Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

<INGENIERIA DE LA EDIFICACIÓN>

PROYECTO FINAL DE GRADO

<EDIFICIOS PREFABRICADOS EN LOS AÑOS 60: ESTUDIO I PROPUESTA DE MEJORA DE LA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO SITUADO EN LA RAMBLA MARINA, 100-108 DE BELLVITGE>

<MEMORIA>

Proyectista: Fco. Javier Garcia Zumaquero

Director: Manuel Agustiño Otero

Convocatoria: Junio 2012

Resumen

En la actualidad podemos encontrar un gran número de viviendas debido al gran volumen de construcción que ha existido durante los últimos años. Igualmente no todas las viviendas son nuevas o de reciente construcción ya que mucha gente no puede permitirse vivir en una vivienda nueva. Paralelo a este gran número de viviendas nuevas existen un importantísimo sector de viviendas de segunda mano de entre los años 60 hasta los años 80. Estas viviendas a nivel de ahorro energético no pueden competir con las de nueva construcción, si no se aplican algunas mejoras.

Este proyecto tiene como objetivo el estudio de la envolvente térmica de un edificio de 140 viviendas para comprobar las carencias térmicas de la construcción prefabricada en los años 60 y 70. Se realizara un levantamiento de planos de las plantas existentes, secciones, fachadas y detalles de envolvente para poder analizar el sistema prefabricado con el que fue construido y así poder realizar un análisis de los cerramientos.

Los datos obtenidos mediante el levantamiento de planos y de los materiales constructivos serán necesarios para la utilización del programa LIDER. Este programa controla todas las variables del entorno del edificio necesarias para poder hacer una predicción sobre un volumen definido por el usuario, en este caso la introducción del edificio a estudio, y que generará un informe donde se mostraran las carencias de los cerramientos que no cumplan con la normativa vigente del CTE. También el programa nos genera un archivo que nos indicara el consumo del edificio en kwh/m² que tiene el edificio para luego poder compararlo.

Una vez obtenido el informe se realiza una búsqueda de diferentes soluciones posibles para controlar las grandes pérdidas que sufre el edificio. Buscando una eficiencia tanto en los materiales como en el precio de los mismos. Se llevara a cabo una comparación entre algunos materiales o sistemas que existen en el mercado para ver sus ventajas e inconvenientes de su utilización así como una justificación de la elección de cada sistema escogido para la propuesta.

Realizada la búsqueda de los sistemas de mejora de la envolvente térmica se vuelven a introducir los datos en LIDER y se realiza un nuevo informe con los nuevos datos de los materiales para observar la notable mejora obtenida. I así poder hacer un estudio comparativo entre el estado inicial y el propuesto.

Para finalizar, una vez realizado el cálculo con LIDER y comprobar la gran mejora que supone tratar al edificio, para cerrar el proyecto, se realiza un presupuesto de las partidas a ejecutar con su coste real, gracias a la base de datos de CIPE. Seguidamente, se realiza un estudio de amortización del presupuesto, para justificar el coste de la inversión y ver que realmente es una actuación a tener en cuenta ya que supone un gran ahorro para las familias que viven en este tipo de edificios a largo plazo, debido al incremento de los precios del consumo de energía. Ya que en menos de 15 años ya han pagado en coste de la inversión. Y en 20 años han ahorrado el doble de la inversión inicial.

Abstract

Nowadays we can see lots of buildings around us due to the steady speed of construction over the last few years. However, not anyway all the buildings are not new buildings, because there are too many people that can't afford to buy a new home. Apart from newly built buildings, there are lots of buildings that were been built between the 1960's and 1980's. This kind of building can't compete with the newly built buildings with regards to energy savings, unless they undergo improvement.

This project has the objective to study of the thermal envelope of building with 140 apartments, in order to compare the thermal efficiency of the prefabrication constructions of the 1960's and the 1970's. It will make an analysis of the floor sections and the external walls and other details of the envelope to analyze the prefabrication system with which the building was built.

The obtained data through the analysis of the plans and the building materials will be necessary to the utilization of the LIDER software. This software controls all the variables of the building in order to predict a defined volume of space by the user, in this case to introduce the building to the study. This will generate an information sheet that will show the parts of the enclosure which don't uphold the current CTE regulations. Also the software will generate a file that will indicate to us the consumption of electricity in Kwh/m² of the building which will then be compared with today's buildings.

Once the file is obtained, we will have discovered a few various solutions in order to control the huge losses that the building suffers. The aim of this research is to find efficient materials and access the price of them too in order to design cost effective homes. We will carry out a comparison between the materials of the buildings and materials that are available on the market nowadays, to see the advantages and disadvantages of them and also the justification of using one or another.

Once the research of the systems to improve the thermal envelope is concluded, we will introduce the information to LIDER and make another information sheet with the data of the new materials to observe the improvements obtained. Thanks to this, we can do a comparative study of the initial state and the current state.

To sum up, once the calculation is realized though LIDER, and once the improvements of treating the building are compared, to the project finish, we will realize the cost and be able to accuracy calculate a budget to work with thanks to the CIPE's data base. After that, we will realize the amortization of the budget, in order to justify the cost of the investment and see that it's a thing to take into account because it implies a huge saving of money to the families who live in the buildings in the long term, due to the increase of the cost of energy. In less than 15 years the owners of the flats will get back the cost of the investment. In 20 years they will have saved the cost of the initial investment twice.

INDICE

INTRODUCCIÓN..... **5**

1. EVOLUCIÓN DEL PREFABRICADO..... **7**
1.1 EL INICIO..... 9
1.2 EXPANSIÓN..... 9
1.3 TRANSICIÓN HASTA EL SISTEMA ACTUAL..... 11

2. UTILIZACIÓN DEL PREFABRICADO EN ESPAÑA Y CATALUÑA EN LOS AÑOS 60..... **17**
2.1 PREFABRICADO EN ESPAÑA Y CATALUÑA..... 19
2.2 BARRIO DE BELLVITGE..... 20
2.2.1 Problemas sociales..... 22
2.2.2 Los edificios..... 23

3. LEVANTAMIENTO DE DATOS DEL EDIFICIO..... **31**
3.1 UBICACIÓN..... 33
3.2 DATOS CONSTRUCTIVOS..... 33
3.3 LEVANAMIENTO DE PLANOS Y FOTOGRAFIAS DE FACHADA..... 35
3.4 LEVANTAMIENTO DE PLANOS DE LAS DIFERENTES PLANTAS..... 37
3.5 CARACTERÍSTICAS I SUPERFICIES..... 39
3.6 CONCEPTOS PREVIOS DE LA NORMATIVA DEL CTE PARA EL CÁLCULO..... 41
3.6.1 Elección del procedimiento de cálculo..... 41
3.6.2 Transmitancia térmica..... 41
3.7 ANÁLISIS DE LOS CERRAMIENTOS..... 43
3.7.1 Definición de los cerramientos a tratar..... 43
3.7.2 Fichas de cerramientos verticales y horizontales..... 43
3.8 CARPINTERÍAS Y VIDRIOS..... 52
3.8.1 Descripción de las carpinterías y vidrios..... 52

4. EVALUACIÓN DEL EDIFICIO..... **55**
4.1 INTRODUCCIÓN DE DATOS EN LIDER..... 57
4.1.1 Datos relevantes iniciales i descripción del edificio..... 57
4.1.2 Base de datos i definición de los materiales..... 58
4.1.3 Definición de puentes térmicos..... 59
4.1.4 Dibujo del edificio..... 60
4.2 RESULTADOS..... 61

5. INTERVENCIÓN SOBRE LA ENVOLVENTE..... **65**
5.1 FACHADA..... 67
5.1.1 Análisis de los sistemas de actuación posibles..... 67
5.1.2 Cerramientos propuestos..... 69
5.1.2.1 Sistema de morteros térmicos, Weber.therm MINERAL..... 69
5.1.2.2 Sistema fachada ventilada, placas TRESPA_Meteon FR..... 71
5.1.3 Justificación y selección..... 74
5.2 CUBIERTA..... 75

5.2.1 Sistema de losa + aislante, Texlosa…… 75
5.2.2 Justificación…….. 77
5.3 PAVIMENTO EN CONTACTO CON EL TERRENO (SOLERA)…….. 78
5.3.1 Sistemas propuestos…….. 78
5.3.1.1 Sistema de aislante XPS y barrera de vapor URSA…… 78
5.3.2 Justificación…….. 81
5.4 CARPINTERÍA EXTERIOR Y CRISTALES…… 82
5.4.1 Elección de carpintería…… 82
5.4.2 Ayudas Estatales…….. 85

6. EVALUACIÓN DEL EDIFICIO CON LAS MEJORAS APLICADAS…….. **87**
6.1 RESULTADOS…… 89
6.2 COMPARATIVA DE CONSUMO ESTADO INICIAL Y FINAL…….. 91

7. AMORTIZACIÓN ECONÓMICA DE LA ACTUACIÓN…….. **93**
7.1 PRESUPUESTO ESTIMATIVO…… 95
7.2 CÁLCULO DE LA AMORTIZACIÓN…….. 96

8. CONCLUSIÓN…….. **99**

BIBLIOGRAFIA…….. **103**

Introducción

La construcción prefabricada en España, como en otras partes del mundo, no goza de toda la popularidad que tienen otros sistemas más tradicionales. Quizás sea culpa de la industria o del contexto histórico al que se ha visto obligada a aparecer dadas sus diferentes y peculiares características constructivas. Sea por estas causas o no, el sistema de prefabricación dentro de sus múltiples posibilidades de combinación puede ofrecer las mismas garantías que cualquier otro sistema constructivo.

Muchos de los problemas que nos vienen a la memoria cuando hablamos del prefabricado se remontan a etapas como la época de postguerra a nivel europeo o a los grandes edificios construidos en los años 60 en España, debido al éxodo rural de muchas comunidades. En todo caso se corresponde con etapas en las que se necesitaba la rápida construcción de edificios. Estos edificios hoy en día nos presentan una serie de carencias a nivel energético que nos puede resultar difícil su de comprender su ejecución pero en este proyecto analizaremos las causas de la elección de estos sistemas y su evolución a lo largo de la historia.

El análisis nivel técnico, de estos edificios, puede resultar impactante si lo comparamos a un edificio actual, pero hay que tener en cuenta que la normativa vigente que hay en la actualidad dista mucho de la normativa por aquel entonces cuando las palabras eficiencia energética, ahorro y eficacia, ni formaban parte del vocabulario de la construcción. El problema actual es que en esas edificaciones sigue viviendo un gran número de personas. Y en la situación de crisis mundial y constante aumento de precios del consumo, se intenta ahorrar y mejorar en todos los ámbitos posibles.

Para poder adaptar estos edificios al nuevo marco jurídico se realizara un exhaustivo análisis de la envolvente térmica del edificio mediante programas informáticos para observar en que estado se encuentra el edificio y en función de los parámetros registrados se podrán adoptar medidas para paliar las diferentes deficiencias observadas. A todo esto se le sumara la preparación de un estudio de viabilidad, una herramienta básica en cualquier proyecto en la actualidad, para analizar si el coste de la inversión es amortizable respecto al gasto que supondría no tratar estos edificios.

Con la redacción de esta memoria se busca identificar las deficiencias que pueden existir en la construcción prefabricada y aplicar soluciones correctoras que permitan gozar a estos edificios de una vida útil mayor y más eficiente a nivel térmico para poder adaptarse a la actualidad si olvidar la tipología social de la población que habita en estos edificios, ajustando y buscando las soluciones más económicas.

Introduction

The prefabricated construction industry in Spain, as in other areas of the world, is not as popular as other construction systems, which are more traditional. Maybe the industry is a fault for this due to bad publicity and it’s connection to negative periods of history or maybe the historical context in which the system/the industry was forced to appear in due to poor and inflexible constructive features of the system. However the prefabricated system, with its several numbers of combinative possibilities can guarantee the same security and quality as any other construction system.

Most of the problems that came to our memory when we talk about prefabricated system date back to the postwar period after World War II, or the 1960's in Spain, due to the rural exodus of the Spanish population. Both periods of time were periods in which one country or one area needed to build as quickly as possible. Nowadays these buildings have got a large number of deficiencies. Due to these deficiencies it's hard to comprehend the reasons why these systems were chosen. Throughout this project I will analyze the reasons of these choices, and the prefabrication industries evolution throughout history.

Analysis of these buildings from a technically point of view, when compared to buildings nowadays can be shocking. We have to take into account that the current regulations are very different to the regulations of the 1960’s, a time where the terms "energy efficiency", "saving" or "effectiveness" was not very common terms in construction. The problem is that nowadays there are lots of families living in these buildings. Today, in this situation of economic crisis and with a constant increase in the price of the products, the families have to save as much as possible in everything possible.

In order to adapt these buildings to the current regulations, there will be a comprehensive analysis about the building's thermal envelope through advanced software. The objective of this comprehensive analysis is to observe what the current condition of the building is, and what kind of measures may be adopted in order to mitigate the deficiencies. Also I will realize a feasibility plan, a basic part in any project that we want to undergo nowadays, to analyze if the investment cost is redeemable in respect of the cost of mending the building.

Writing this report I'm trying to identify the deficiencies that these prefabricated buildings may have, and find the correct solutions for these buildings in all areas, in order to adapt them to the current regulations but not forgetting the social typology of the population who lives in these buildings who are looking for the cheaper solutions.

1. Evolución del prefabricado

1.1 El inicio

Des de el inicio de la construcción el hombre ha practicado los sistemas de prefabricación adaptándolas a su tecnología para facilitar las tareas, ahorrar tiempo y abaratar costes. Como ejemplo tenemos el referente del antiguo Egipto donde los arquitectos de los faraones separaban las tareas en dos bloques bien diferenciados. Por un lado el taller donde los artesanos canteros tallaban (prefabricaban) los bloques de piedra caliza según unos planos diseñados por los arquitectos. Y por otro lado tenían la parte de construcción de las pirámides. Otros ejemplos menos históricos y más prácticos son la aparición de la prefabricación del ladrillo de manera industrial. Hasta llegar a nuestros días en que prácticamente se intenta prefabricar en grandes factorías casi todos los productos para que se tengan que manipular lo menos posible y una gran cantidad de población sea capaz de utilizarlos sin tener que ser especialistas.

A finales del siglo XIX des de Europa se empieza a trabajar en el concepto del hormigón armado tal y como lo conocemos hoy en día. Pero el concepto de construcción modular o construcción prefabricada empezó a forjarse en EEUU en la primera mitad del siglo XX con un nombre propio el sistema ***Tilt-up***. Este sistema consistía en la creación de los cerramientos sobre paneles en posición horizontal para posteriormente, una vez hormigonados y curados, fueran levantados. Este sistema se fue extendiendo debido a que se avanzaban mucho los procesos de construcciones. Sobre todo en edificios de pocas plantas como almacenes para industrias. Este punto fue clave ya que en la ***Primera Guerra Mundial*** (1914-1918) donde EEUU jugo un papel muy importante debido a que su industria fue el gran motor económico abasteciendo a todo el viejo continente. Una vez pasado este periodo el sistema tilt-up quedo estancado debido a ciertas carencias como la imposibilidad de poder construir grandes edificios por la falta de grúas que pudiesen elevar los paneles.

1.2 Expansión

El acontecimiento que impulsaría la creación más grande en la industria del prefabricado fue la ***Segunda Guerra Mundial*** (1939-1945). Esto es debido a que la guerra condujo a la destrucción de muchas ciudades que quedaron arrasadas por los constantes bombardeos de la aviación. Ciudades como Bélgica, Colonia y zonas como el norte de Francia, Holanda y Rusia quedaron muy desoladas por el paso de la guerra.

Figura 1.1 - Ciudad de Colonia destruida en el 1945

Aquí entro en juego la prefabricación, en 1945 una vez terminada la guerra se llevo a cabo la reconstrucción del continente. Esta etapa de reconstrucción forzada fomentó la creación y especialización de una industria del prefabricado que pudiese ser capaz de reconstruir rápidamente

edificios para poder alojar a las personas de las ciudades afectadas. Juntamente con la aparición de las grúas móviles y los camiones hormigonera. Empezaron a forjar la expansión de una industria, a pesar de llevar más de cuatro décadas desde su aparición.

Alemania se erigió el motor de la construcción prefabricada, debido a la necesidad de satisfacer a la población de viviendas, pero rápidamente se extendió hacia el centro y este de Europa donde se crearon grandes suburbio de construcción prefabricada. Esta construcción se realizaba con grandes paneles pesados, con carácter estructural y diferenciador de espacios, buscado un ahorro en los costes y una rapidez en la construcción. Esta estandarización conllevo a pocas diferencias en diseño ya que la rigidez de los grandes paneles impedía una diversificación.

Figura 1.2 - Edificios prefabricados en Bucarest

La necesidad de construir rápida y económicamente, dada la escasez de fondos de los países, primo sobre la creatividad de los diseños y sobre todo sobre la confortabilidad que fue devorada por las prisas y unos acabados excesivamente mal ejecutados dando una imagen que perjudicaría durante casi todo el resto del siglo XX. La población tampoco dio una importancia a este aspecto fundamental hoy en día debido a que buscaban una vivienda que fuese lo más asequible posible para no tener que vivir en la calle. Sobre todo esta practica se llevo a cabo en los países comunistas donde el estado costeaba las viviendas y sus diseños no distaban mucho de “conejeras” o “cuarteles” donde albergar a la gran masa de población. Por tanto la gran publicidad a la que quedo asociada la construcción prefabricada fue a la de una gran precariedad de acabados, viviendas zulo sin posibilidad de diversificación, nulo diseño combinado con toneladas de hormigón, viviendas para gente en extrema pobreza y de exclusión social y de gran acumulación de personas por metro cuadrado.

Figura 1.3 - Edificios prefabricados en ciudades Rusas

1.3 Transición hasta el sistema actual

A partir de los años 70 la gran industria del prefabricado Europea se intenta amoldar volviéndose paulatinamente más flexible integrando elementos constructivos diversos e intentando combinar diferentes materiales y técnicas para flexibilizar su imagen de construcción rígida. La crisis del petróleo afecto mucho a la economía mundial y la construcción, claro indicador económico de los países, se resintió bajando los márgenes de beneficio y aumentando los costes de fabricación debido al incremento de las tarifas de consumo.

Esta tesitura económica hizo que el mercado se fuera adaptando y especializando poco a poco para poder adaptarse a los tiempos. Bajaron las capacidades de demanda y se especializaron en conseguir una calidad de acabados superior, poder competir con las carteras de pequeños clientes.

Por su parte EEUU siguió su propio camino diferenciado de Europa, centrándose en el sistema Tilt-up que ya en el inicio de siglo se erigió como el modelo. Este sistema estaba fuertemente implementado en la zona sureña de EEUU donde el 75% de las construcciones de entre una y dos plantas se realiza con este sistema. En cambio la prefabricación tal y como la conocemos en Europa se implanta en edificios singulares.

Figura 1.4 – Edificio Transamérica

En la actualidad se podría decir que la construcción prefabricada si la tuviésemos que implementar en el mapa europeo marcaria su máxima implantación en los países del norte donde goza de gran popularidad e implantación y conforme se va descendiendo hacia el sur en el mapa nos encontramos con una menor implantación. Esto no quiere decir que los países del sur no es vaya a implantar ya que en el actual contexto de crisis mundial se están volviendo a dar los factores para que la construcción prefabricada coja el impulso definitivo para poder convivir con el resto de sistemas constructivos y no fluctuar por la historia relacionada con ningún tipo de tesitura meramente social o política.

Actualmente se construyen sistemas prefabricados abiertos capaces de ofrecer cualquier solución de diseño y forma adaptándose prácticamente a cualquier superficie y no solo en sistemas de hormigón sino sistema plásticos, de madera y mixtos. Potentes programas informáticos garantizan un diseño milimétrico y la fabricación en factorías permite un gran control de los acabados gracias a los sistemas de estandarización y de control. En el siglo XXI se prevé que el prefabricado sea el sector dominante en construcción gracias a los grandes avances en tecnologías. Ya existen factorías que montan viviendas acabadas con diferentes modulaciones que permiten acortar los plazos en dos tercio con los de la construcción tradicional, efectuado así una bajada considerable del precio de ejecución.

(English Version)

1. Evolution of the prefabricated

1.1 The Beginning

From the beginning of construction, mankind has practiced prefabrication systems, adapting to the technology of the time, to ease the tasks, save time and money For example we have ancient Egypt, where Pharaoh's architects separated the tasks in two well differentiated parts. On the one hand we had the workshop, the place where the artisans prefabricate the blocks of limestone, as shown by the architect's plan. On the other hand they had the builder who could construct the pyramid. An example with a little less history would be the appearance of the industrial prefabrication for industrial purposes. Nowadays, factories try to prefabricate most of building materials with the purpose that people can use them easily without being a specialist.

In the late Nineteenth century, Europe started to work with reinforced concrete as we know it today. The "modular" concept or the "prefabricated building" concept started to appear in the United States in the first half of the Twentieth Century, known as ***Tilt-Up***. This system consists of the creation of a closure above a horizontal panel, which would be later concreted and lifted up. This system was expanded around the world because the building process was accelerated thanks to it, especially in low-rise buildings, such as factories for example. That was one of USA's keys to success in World War I (1914-1918); because of theirs industry being the economic motor of Europe during the war. After the war, the Tilt-Up system became obsolete, because of a few numbers of deficiencies, for example the impossibility for Builders to build large buildings using this system, by a lack of cranes to lift up the panels.

1.2 Expansion

The event which boosted the greatest catalyst for the prefabrication industry was World War II (1939-1945). Due to the war, the world saw the destruction of lots of cities as a consequence of bombs dropped all sides. Cities such as Brussels, Cologne, and some zones of Northern France, Netherlands and Russia were desolate by the end of the war.

That's where "prefabrication" appears again, in 1945 once the War ended the rebuilding of Europe was carried out. This forced rebuilding phase promoted the creation and specialization of the prefabrication Industry, which was able to rebuilder buildings to accommodate the population of the affected cities very quickly. This need was joined by the appearance of mobile cranes and concrete trucks. All these factors started to expand the prefabrication Industry, despite the fact that it had been established four decades earlier.

Germany led the rise of the prefabricated buildings industry, because it had to satisfy the population, who were in need of homes, but the prefabrication industry expanded to Central Europe and Eastern Europe quickly, as large prefabricated suburbs were created there. This kind of building was done with large heavy panels, its structural aspects and different spaces, looked to save on the costs and to speed up the construction of the building. This

standardization leaded to few differences in the design, because of the inflexible nature of the heavy panels, which prevented lot of diversity.

The countries had to build as fast as they could, and they had to be financially economical, due to the shortage of money that the European countries had at the time. Thus as a result of the financial restrictions, instead of building comfortable homes or creative designs, the European countries built lots of burrs (poor finished) buildings, which gave a bad image, to Europe during the rest of the Twentieth century. The population didn't care about this although it is very important today. The reason was people were looking for an affordable home and to therefore not end up homelessness. We find most of these buildings in Communist Areas, countries where the government supplied homes for families, even though their designs looked very similar to a "rabbit hutch" or to a "quarter". However, they for filled the purpose of accommodating large numbers of the country's population. After that, the publicity that the prefabrication industry received was very bad: burr buildings, houses that were more like hideouts than real flats, lack of diversity in design combined with lots of concrete, houses related to people in situations of extreme poverty and social exclusion, and the accumulation of lots of people per square meter.

1.3 Installation of the current system:

From the 70's the European prefabrication industry adapted to the times becoming more flexible by integrating various construction elements and trying to combine different kinds of material and techniques to make flexible its image of rigid construction. The first oil crisis affected world's economy heavily and to the construction sector too. The Construction sector resented, decreasing the profits and increasing the fabrication costs due to the increase of the consumption rates.

This economic situation forced the market to adapt to the new situation. The market had to gradually specialize in order to adapt to changing times. The demand of products decreased and, the market specialized itself to better quality finishes, in order to compete against SME's.

The United States went its own way away from Europe, focusing on the Tilt-Up system. This system was strongly used in The Southern States, where 75% of buildings with one or two floors were made with this system. In contrast, the prefabrication industry as we know it in Europe was only used for singular buildings.

Nowadays, we could say that prefabricated constructions are very popular in Northern Europe, but as we go from Northern Europe to Southern Europe, this popularity decreases. Despite this situation decreased popularity in Southern Europe, it didn't change anything. Even though prefabrication construction has not been implanted in the South as much as in the North, maybe the current situation the economic crisis will give this sector the startup that is need in order to work together with other construction methods, leaving aside the history related to either one of them.

Nowadays, there are prefabricated buildings which are able to have any kind of design finish, and any kind of form, adapting it to any surface, and not only in concrete systems but also in plastic, wood and mixed systems. Powerful software guarantees accurate designs within a millimeter of accuracy and manufacturing in factories allows great control for the finishing touches, thanks to the control and standardization systems. In the twenty-first century it is expected that the prefabricated sector will be the lead sector in construction thanks to the technological advances. There are already factories that build houses finished with different modulations, a thing that shortens the time of the traditional construction system by two thirds, which makes the execution costs drop considerably.

2. Utilización del prefabricado en España y Catalunya en los años 60

2.1 Prefabricado en España y Catalunya

En los países del sur de Europa dado a su gran estilo cultural mediterráneo con influencias árabes la construcción prefabricada no se desarrollo de igual manera que en el centro de Europa. Pero debido a los movimientos masivos de la población que emigro de las zonas rurales a las zonas más industrializadas como Madrid, País Vasco y Catalunya entre las décadas de 1960 y 1970 propició una fuerte demanda de viviendas que crecieron en la periferia de las ciudades organizadas en barrios con una infraestructura y organización urbana inexistente pero que no impidió la proliferación de grandes bloques de pisos con capacidades de 100 a 200 familias.

Este movimiento migratorio interior del país puso las bases para la incursión del sistema prefabricado en España, no era un sistema nuevo ya que se había experimentado con el en la creación de algunas escuelas entre 1950 y 1960. Se dieron otra vez los factores que han movido esta industria durante su corta vida ya que las necesidades fueron la reducción de tiempo el la construcción, costes ajustados para poder acometer el mayor numero de viviendas con el mínimo dinero, población que tenía poco nivel adquisitivo y de clase obrera la que necesitaba instalarse rápido.

Figura 2.1 - Colegio prefabricado en el Campo de Gibraltar 1955

En España se utilizaba el modelo europeo, con dos diferenciaciones de construcción sistemas cerrados y sistemas abiertos. El sistema cerrado resuelve el edificio conjuntamente con la estructura ya que todo el edificio recoge las cargas y funciona conjuntamente. El sistema de prefabricado abierto realiza la estructura prefabricada para posteriormente revestirla con la muros de obra o cualquier otro sistema.

En Catalunya la emigración supuso un impulso un fuerte crecimiento, sobre todo en las zonas periféricas alrededor de Barcelona como Sta. Coloma de Gramanet, Cornella y Hospitalet, debido a la fuerte industrialización que estaba emergiendo alrededor de la zona portuaria con fuertes industrias como la de mercancías y las de producción automovilística. Empresas como la SEAT se implantaron en la Zona Franca de Barcelona y necesitaban de gran mano de obra para absorber la demanda.

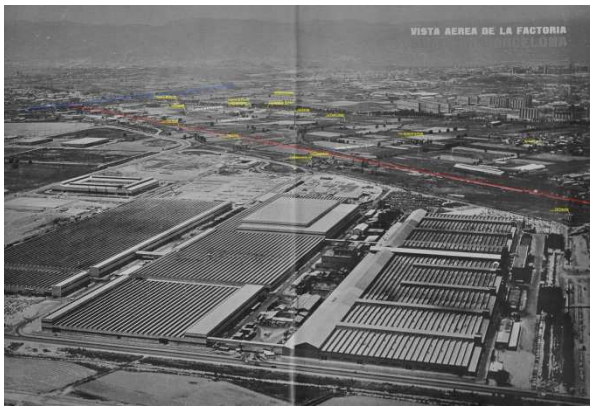


Figura 2.2 - Factoría Seat 1960

Se estima que en Cataluña llegaron alrededor de 400.000 inmigrantes entre 1964 y 1970. En Hospitalet de Llobregat se definieron nuevas barriadas como las de La Florida, Pubilla Casas, Sanfeliu, Bellvitge, Can Serra y Gornal para poder albergar tanta población. Estos Barrios fueron creados con un plan de urbanismo muy permisible, ya que estaba a merced de multitud de cambios adaptados a las constructoras que tenían los terrenos. Hospitalet se convirtió en una gran ciudad dormitorio para albergar a toda esta población que venia a trabajar estas nuevas zonas creadas eran llamadas polígonos.

2.2 Barrio de Bellvitge

Una de las zonas más afectadas como hemos comentado fue la zona de Hospitalet de Llobregat, pero más concretamente la zona de mayor impacto fue la del barrio de Bellvitge. En 1964 fue el año del inicio de la construcción del barrio o polígono de Bellvitge, este emplazamiento se sitúa en los terrenos, de carácter rustico, próximos a la gran vía, lejos del entonces Hospitalet, y lejos de los servicios públicos como médicos, correos, estaciones de autobús, etc.

Para la rápida construcción de estos edificios se declino la opción de una construcción tradicional y se premio la opción el sistema de construcción prefabricada. Como la gran parte de los terrenos pertenecían a empresa inmobiliaria ***Ciudad Condal S.A.*** se decantaron por una construcción sencilla, practica y sacrificando el aspecto artístico por el funcional dotando de un aspecto idéntico a la mayoría de los edificios, con paneles prefabricados pesados.

Como se debían construir multitud de edificios y con el fin de abaratar los costes y aumentar la producción al máximo se decidió que se construiría una planta prefabricadora específica para la construcción del polígono de Bellvitge. La empresa que llevo a cabo la construcción fue ***CIDESA*** (Construcción Industrial de Edificios S.A.), creada en 1963 con capital Americano y Francés pero dirigida por Catalanes. CIDESA y Ciudad Condal S.A. junto con otras empresas formaban un Holding empresarial que controlaba des de la compra de terrenos, la construcción de las viviendas y la venta de los pisos.

Figura 2.3 - Planta prefabricadora CIDESA

Figura 2.4 - Primeros edificios prefabricados

Para la venta de los pisos se creo la Cooperativa de Viviendas de Bellvitge, que se encargaba de gestionar la venta y adjudicación de los pisos, ya que estos se vendían como pisos de protección oficial, aunque fueran de promotor privado y por un precio de 250.000 pta. A principio de 1965 se entregan acabados los primeros pisos. Desde esa fecha hasta 1974 se construirá toda una serie de edificios para acometer a toda la población lo antes posible.

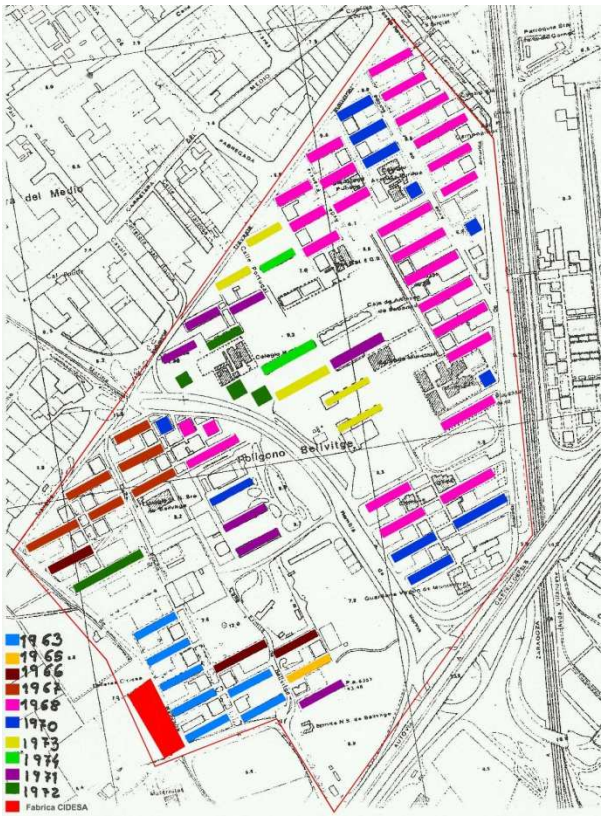
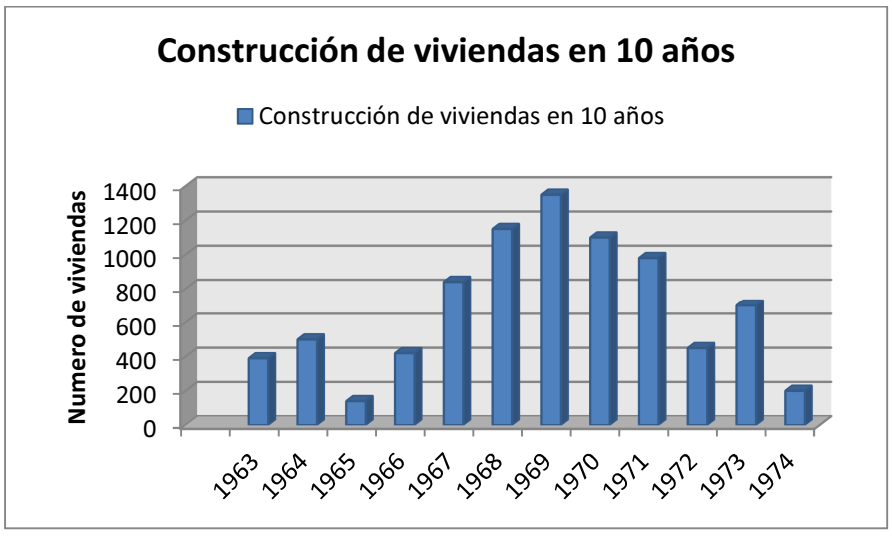


Figura 2.5 - Zona de actuación en los años 60-70

Esta constante evolución constructiva del polígono de Bellvitge se puede extrapolar a número de viviendas construidas. Y se traduce en el siguiente grafico de construcción de viviendas.



Gráfica 2.1 – Índice de construcción del 1963 al 1974

Como podemos observar en la grafica se ve la evolución que sufre el polígono de Bellvitge que pasa de ser simple tierras para cultivos, a una de las mayores barriadas en una década. Se construyeron un total de 8300 viviendas aproximadamente. Si supusiéramos que se trabajan los 365 días del año durante 10 años tendríamos 3650 días y en esos días se realizaron 8300 viviendas. Esta división nos daría un ritmo de construcción de casas de 2,27 casas al día. De aquí a la importancia de la elección del sistema prefabricado. Este gran crecimiento fue ligado a una gran especulación en el precio de los terrenos que a principios de los años 60 era de 1,75 pta. el palmo de terreno paso en 10 años a estar por encima de las 150 ptas.

2.2.1 Problemas Sociales

La inmobiliaria se centro en la construcción de los pisos obviando la falta de urbanización de la zona. Tanto a nivel de parques, construcción de locales para comercios, asfaltado de las calles, el alcantarillado de las calles era nefasto e incluso había cloacas sin tapar. El centro medico más cercano se encontraba a cuatro quilómetros de distancia, en el núcleo urbano de Hospitalet. Hasta 1968 no se inaugura la primera farmacia, debido a la falta de espacios disponibles. En 1969 se construyen los primeros locales comerciales donde se empiezan a albergar los primeros supermercados. Todo esto teniendo en cuenta que los primeros edificios fueron entregados a principios de 1965, cosa que aumenta el malestar de los vecinos. Hasta 1970 no se inauguro la primera línea de autobús que unía el polígono de Hospitalet con el resto de la ciudad.

Cuando llovía mucho se inundaba la mayoría de calles y las plantas bajas de algunos edificios que estaban edificadas bajo el nivel de rasante de la calle. Esto era debido a que era una zona que anualmente se inundaba debido a que se formaron barreras artificiales que dificultaban la salida del agua hacia el mar.

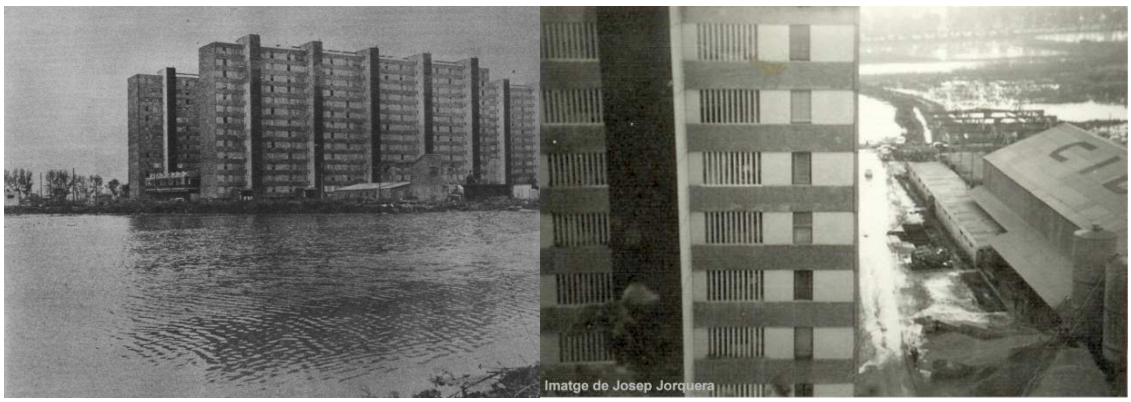


Figura 2.6 - Inundaciones en los años 70

En 1971 se produjo un gran temporal de lluvias, este temporal ocasiono el desborde del rio Llobregat inundando todo el polígono de Bellvitge teniéndose que desalojar más de 80 viviendas. Los propietarios exigieron compensaciones por las perdidas sufridas. La administración culpaba a la constructora y la constructora a la administración originando así una lucha administrativa. El ayuntamiento en 1974 redacta un dictamen pericial para examinar

que viviendas están afectadas por las inundaciones y llega a un acuerdo con la inmobiliaria para reubicar a las personas que viven en los bajos de estos edificios.

El barrio de Bellvitge tuvo que batallar por sus derechos a base de manifestaciones y quejas para poder lograr poco a poco el acondicionamiento de los espacios, la conexión con el hospital, las barreras en los pasos de las vías, el tapiado de los solares y el cubrimiento del alcantarillado.

2.2.2 Los edificios

Pese a haber muchos edificios donde elegir, las viviendas no brillaban por su confort térmico o acústico ya que estaban todas edificadas con el mismo sistema constructivo. Aunque la gran mayoría de gente que vivía en los pisos venía de sitios peores como barracas o chabolas edificadas por ellos mismos. Esto fue debido a que muchas personas emigraron hacia Catalunya con lo puesto, principalmente de Andalucía y Extremadura, a buscarse la vida.

A pesar de que las quejas de los vecinos se cernían sobre la falta de equipamientos públicos, los edificios no cumplían perfectamente con sus funciones y presentaban diversos problemas como la edificación de muchas plantas bajas en cotas bajo rasante, problema que quedaba patente en las diversas inundaciones de la época, sino que a nivel funcional tener las ventanas a nivel del pavimento de la calle impedía en muchos casos tener un grado de confort elevado ya que al no estar asfaltadas las calles si tenias abiertas las ventanas te entraba toda la suciedad de la calle o el humo de los coche que pasaban a pocos metros de las ventanas.

A nivel estructural los edificios trabajaban bien ya que tenían una gran robustez que otorgaban los paneles prefabricados. Aunque a día de hoy una vivienda no solo debe garantizar un techo sino que nos debe resguardar eficientemente de las adversidades climáticas como el ruido y la temperatura. Si tenemos en cuenta estos aspectos, estas viviendas eran muy limitadas ya que no tenían ni capas aislantes ni ningún tratamiento o sistema que las protegiese. Los cerramientos eran de una sola capa de hormigón lo que favorecía la creación de humedades debido al cambio de temperatura entre el interior y el exterior de las viviendas.

Con el paso de los años muchos vecinos han optado por cambiar las carpinterías para colocar otras de mayor calidad y realizar trasdosados interiores para poder evitar la perdida térmica que supone el no tener una vivienda aislada. Igualmente estos pequeños arreglos no solucionan todos los problemas ya que estas mejoras no solucionan los puentes térmicos que se generan lo que puede conllevar la creación de más humedades.

A continuación trataremos de analizar uno de estos edificios a nivel de envolvente térmica para comprobar su funcionamiento y poder adoptar las medidas necesarias para paliar las disfunciones que pueda tener.

(English Version)

2. Using prefabricated in Spain and Catalonia in the 60th

2.1 Prefabrication in Spain and Catalonia.

Due to the Mediterranean culture and Arab influence, the prefabricated industry has not been developed in Southern Europe as much as it has been developed in the rest of Europe. Due to the massive population movements in Spain the migration from rural zones to more industrialized areas such as Euskadi, Catalonia or Madrid. From the 1960's until de 1970's, the industrialized cities of Spain had a strong demand of homes in the suburbs. Those new neighborhoods had a lack of any kind of urban organization, or urban infrastructure, but despite that, these neighborhoods were still able accommodate blocks of flats which housed up 200 families.

The consequence of this moment was an expansion of the prefabricated industry in Spain. It was not a new kind of construction method in Spain, because, earlier in the 1950's, some school's were built based on this method. The factors that consolidated this industry in other areas of the world in the past were exactly the same that consolidated the industry in Spain: the need of reduce the construction time, the need of build more homes with less money, and a population with a low need diversity and a need to have a home as quickly as possible.

In Spain, at the time, the European model of prefabrication was being used, with two differentiated systems: the closed one, and the open one. The two methods are differentiated in the way of how to finish the construction of a Building. On the one hand we have the closed system, where building and the structure are being solved together, and the whole building supports the load and works in conjunction to provide support. On the other hand, we have the open system, where the prefabricated structure is built, to be covered later with retaining walls or any similar thing.

In Catalonia, the migration involved a boost, a strong growth, especially in Barcelona's outer suburbs (known nowadays as "Àrea Metropolitana"): Santa Coloma de Gramanet, Cornella and Hospitalet del LLobregat. This was due to the industrialization that was emerging around the harbor area of Barcelona, with powerful industries such as the commercial industry or the automotive industry. Companies such as SEAT settled in Barcelona's Zona Franca, and needed manpower to supply the strong demand.

Between 1960-1975, 34.730 people were registered in Hospitalet, just counting the number people who came from Andalucia, not counting the number of people who came from other areas such as Extremadura or Murcia.

It's estimated that between 1964 & 1970, about 400000 immigrants arrived to Catalonia. In Hospitalet del Llobregat some new neighborhoods were created, such as La Florida, Pubilla Casas, Sanfeliu, Bellvitge, Can Serra or Gornal, in order to house these new citizens. These neighborhoods were created with a permissive development plan, due to the financial changes that the Construction Companies who owned the land had to suffer. Then Hospitalet turned

into a dormitory town, able to harbor all these population who came to work in these newly created areas, known as Industrial Park.

2.2 Bellvitge Neighborhood.

One of the most affected areas was Hospitalet del LLobregat, but specifically inside Hospitalet, the most afected area was the Bellvitge neighborhood. 1964 was the year of the beginning of the construction of the Bellvitge neighborhood. Bellvitge neighborhood is located in a place next to Gran Vía, then away from Hospitalet, and away from Medical services, any Post Office and public transport.

In order to favor the quick construction of the buildings, the construction companies opted to build the buildings following the prefabrication system to the detriment of the traditional system. Most of the ground was owned by Ciudad Condal S.A, an international construction company. The company preferred a kind of construction simple, useful, even though this meant the sacrifice of the esthetic appearance of the buildings, in order to insure an identical appearance to the rest of the buildings, with heavy prefabricated panels.

They built lots of Buildings, and in order to save on costs and increase the production the companies decided to create a prefabrication factory to specifically build, the Bellvitge Industrial Park. The company who carried out this was CIDESA (Construcción Industrial de Edificios S.A), a company created thanks to American and French capital, but directed and lead by Catalan professionals. CIDESA and Ciudad Condal SA, alongside other companies formed a holding company which controlled the land acquisition, the construction and the selling of flats.

To sell the flats the ***Cooperativa de Viviendas de Bellvitge*** was created, which handled the managing and selling the flats, because the flats were sold as subsidized housing, even though they were Flats built by a private developer, and they had a price of 250.000 pesetas. The first were delivered to their new owners in 1965. From this year until 1974, companies built a series of buildings in order to accommodate the population as soon as possible.

We can see in the graph the evolution that Bellvitge neighborhood suffered within a decade. Bellvitge was a giant cropland which turned into one of the biggest neighborhoods in the area. About 8300 homes were built during this period. If we suppose that these companies worked the 365 days a year, during these 10 years, we have got 3650 days that the companies have worked. During these 3650 days, 8300 homes were built. A simple division shows us that their construction rate was about 2,27 homes per day. This data shows the importance of choosing the prefabrication system at that time. This increase was also related to the speculation of the price of the land. While in the 1960's a hand-span of the ground cost 1,75 pesetas, the same hand-span of the ground cost 150 pesetas ten years later.

2.3 Social Problems

In 1965 property developer focused all forces to the construction of flats, leaving out the construction facilities of the area. There was a lacks of parks and stores, the area was unpaved and with a disastrous sewer system. The closest hospital was 4km away, placed at Hospitalet's city center. The first pharmacy was not opened until 1968, due to the lack of available space. The first commercial were built in 1969, premises which would later be used as stores or supermarkets. This was, in part, the reason as to why discomfort was inhabitants felt by the neighborhood, (because we have to take into account that the first flats were delivered in 1965). The first bus line became operational in 1970. This bus line united Hospitalet's industrial park with the rest of the city.

Most of the streets and the ground flats flooded if the area suffered a heavy storm. This was due to the construction of artificial architectonic barriers that difficulties too much the water's way to the sea.

In 1971, a great storm of rain hit the area. This storm caused the Llobregat River. The river's overflow flooded Bellvitge's Industrial Park, causing the evacuation of approximately 80 families. The owners demanded compensations for the damage. The administration blamed the construction company, and the construction company blamed the administration, starting an administrative struggle. Hospitalet's City Hall, ordered an expert opinion to study if the houses were in good condition. City hall later reached an agreement with the construction company in order to resettle the families that were living in the affected houses.

The Bellvitge Neighborhood had to fight for their rights with demonstrations and lots of complaints, to obtain gradually: the fighting for a better city resulted in a connection with the Hospital, train barriers, to wall in the backyards and to block off the sewer system.

2.4 The Buildings

Even though there were a lot of building types, the buildings weren't known for their thermal or acoustic installations, because all the buildings were built with the same type of construction system. That didn't seem to matter too much to the people who came to live there, because they came from worse places such as poor housing or shacks, made by themselves. The main reason was that most of the families, who came to Catalonia in this period of time, came from Extremadura and Andalucia with nothing but the clothes that they were wearing and the objective of getting a job.

Although the main complaints of the residents were about the lack of public facilities, the buildings didn't comply with their functions, and seemed to have several problems such as the construction of lots of ground floors under sea level, which was a big problem that exaggerated every time the neighborhood suffered a storm. But even when the ground floors

were not under sea level, the type of window that the buildings had caused other problems: you couldn't have your window open, because of as the road was unpaved and all the dirt would came into your house. Also the fumes that the cars expelled were a problem, as they came into the house if the window was open.

As a structure, the buildings were very sturdy due to the prefabricated panels. Nowadays a building must not only guarantee a roof but also protect against weather conditions and noise. If we take into account these last issues, those buildings were very limited buildings. Because of they didn't have any kind of insulating layer, or any other treatment to protect the building. The enclosure was made with one single layer of concrete, which favored the appearance of damp due to the temperature change between the inner and outer of the building.

Over the years most of the neighborhood had chosen to change the low quality woodwork of their houses to woodwork of higher quality. Most of the neighbors also built new concrete walls in order to isolate their houses from damp problems, weather problems or noise problems. Despite these repairs the buildings still had thermal problems that could generate more damp problems in the future.

3. LEVANTAMIENTO DE DATOS DEL EDIFICIO

3.1 Ubicación

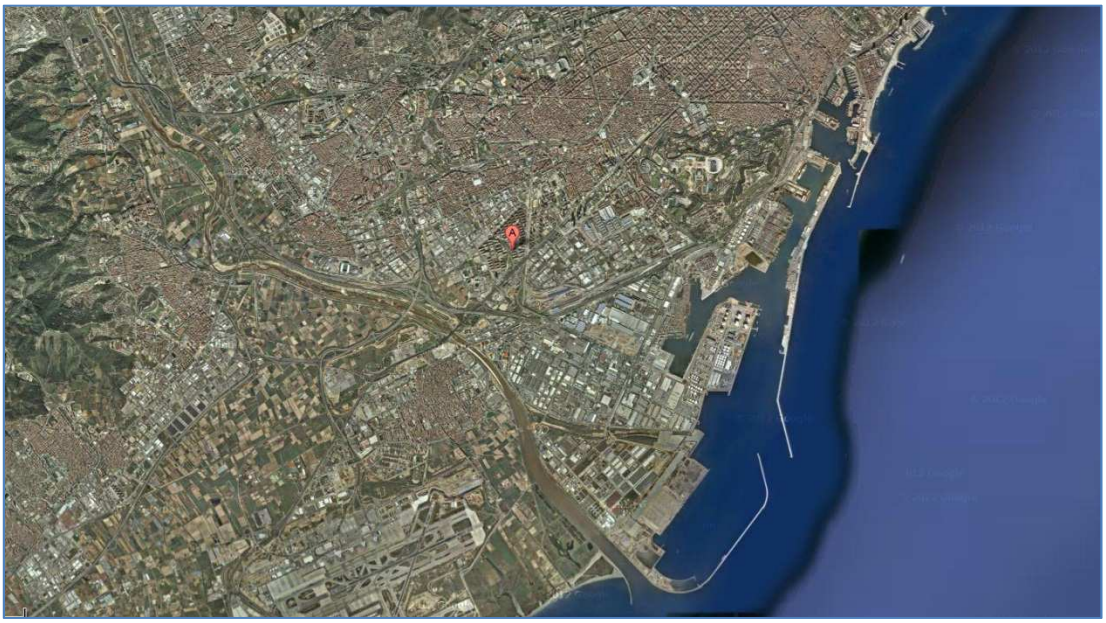


Figura 3.1 - Fotografía aérea de la ubicación del barrio de Bellvitge (google earth)

El edificio a analizar esta situado en el área metropolitana de Barcelona, más concretamente en la Rambla de la Marina, 100-108 del barrio de Bellvitge, en Hospitalet de Llobregat.

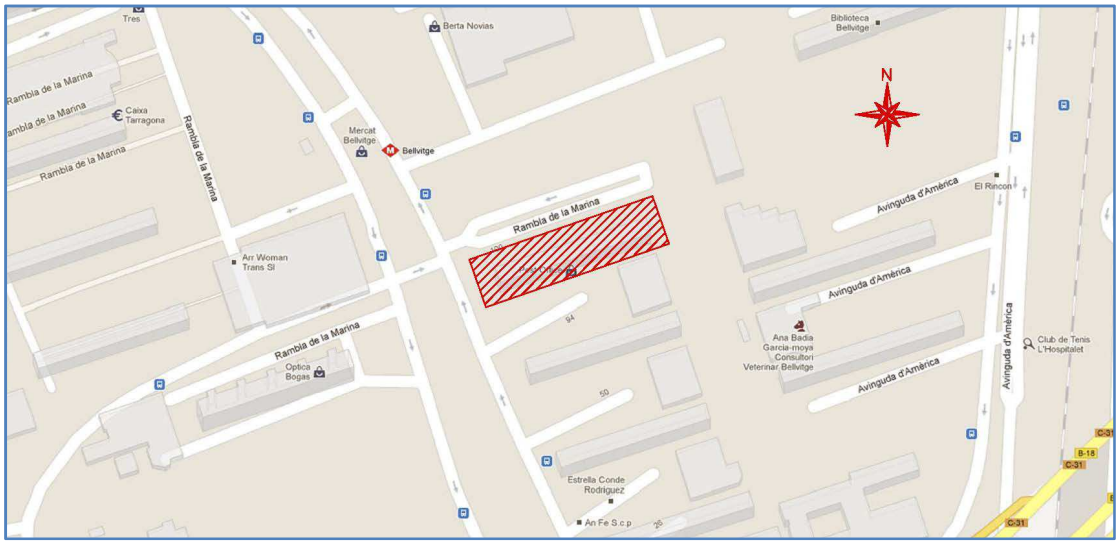


Figura 3.2 - Emplazamiento del edificio (google maps)

3.2 Datos Constructivos

Edificio construido en 1968, consta de 5 núcleos de escaleras y 15 plantas de las cuales la planta baja esta semienterrada y el resto de plantas se encuentran sobre la cota de rasante. Con una altura de 42,5m y de edificación aislada ocupa toda una isla. Cada núcleo de escaleras consta de dos viviendas por planta, que forman un total de 28 viviendas por núcleo para un total de 140 viviendas en todo el edificio.

Cimentación:

El edificio se encuentra descansando sobre una cimentación profunda de pilotes de Ø70 de hormigón armado y sobre una base de encepados de 1, 3, 4 y 6 pilotes, arriostrados sobre unas vigas para conectar la cimentación.

Solera:

Solera formada por unos 15cm de gravas y 20cm de hormigón en masa.

Estructura:

El edifico cuenta con un sistema de construcción de grandes paneles prefabricados de hormigón armado, como sustento de la estructura vertical y losas prefabricadas apoyadas sobre los paneles prefabricados. Las medianeras del edificio también fueron construidas de paneles prefabricados para tener unas luces inferiores donde apoyar las placas. El canto de los forjados es de 30cm. Los voladizos de canto 20 están realizados con hormigón en obra.

Fachada:

La envolvente del edificio se encuentra también realizada por paneles prefabricados con un acabado mixto entre pétreo y liso.

Particiones Interiores:

Las divisiones interiores están divididas entre tabiquería de fabrica cerámica de 5cm para las divisiones sin instalaciones, fabrica de ladrillo cerámico de 10cm para las divisiones que contienen instalaciones de agua y las medianeras son paneles prefabricados de hormigón armado de 13cm de espesor.

Revestimientos:

El edificio presenta unos revestimientos de yeso de unos 2cm de espesor y pintado, excepto en las cámaras húmedas donde hay un revestimiento cerámico hasta el techo.

Pavimentos:

El pavimento utilizado en la totalidad del edificio es el terrazo pulido en obra.

Instalaciones:

El edificio contaba des de los inicios con ascensor incluido.

3.3 Levantamiento de planos y fotografías de Fachada

Con el fin de mejorar la concepción del edificio, se ha realizado un levantamiento de fachadas en AutoCAD y se ha realizado un 3D del edificio para poder observar la composición de los cerramientos, como se distribuyen los edificios y ver como se planteo su construcción, donde se aprecia las juntas entre placas y las juntas entre edificios. A más se acompaña de algunas imágenes tomadas a pie de calle del estado actual del edificio.

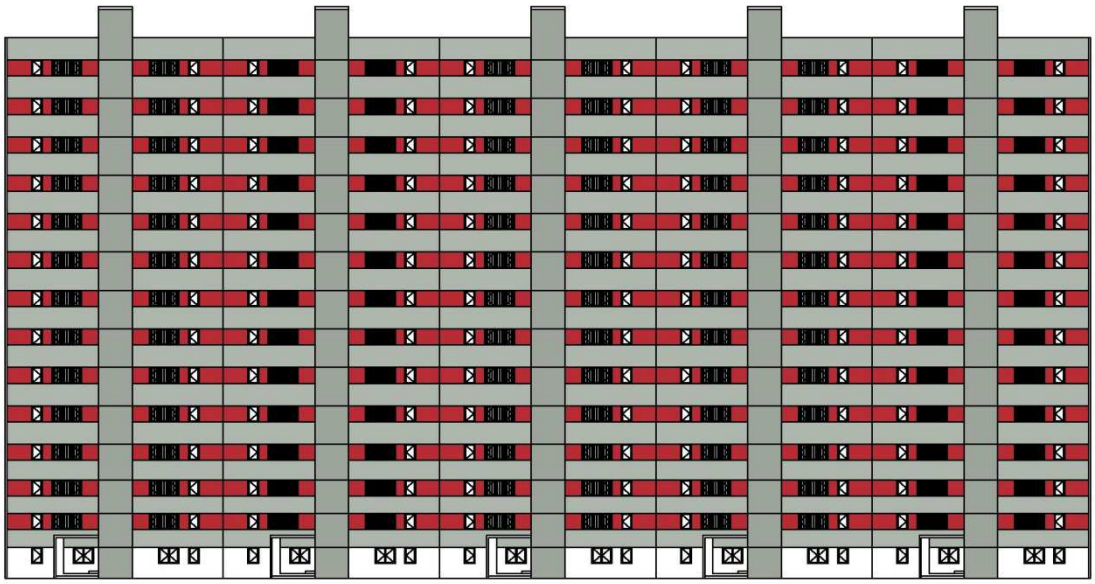


Figura 3.3 - Fachada Norte, Calle de la Marina 100-108

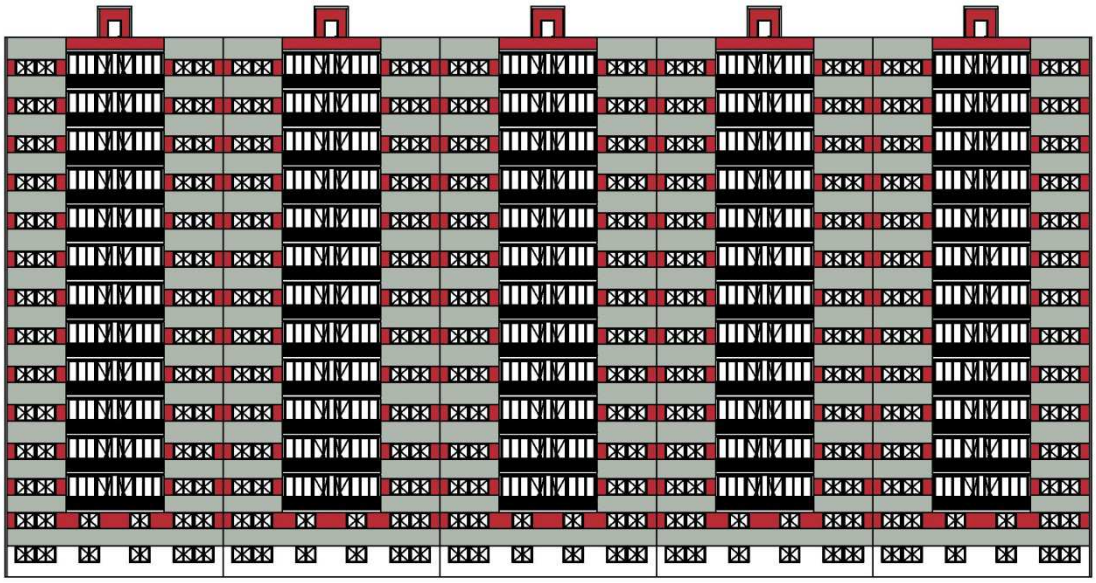


Figura 3.4 - Fachada Sur, Plaza entre edificios

Figura 3.5 - Fotografía en fachada Norte

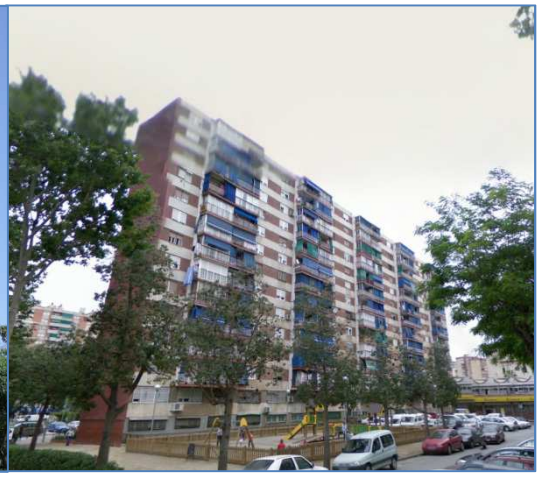


Figura 3.6 - Fotografía en fachada Sur

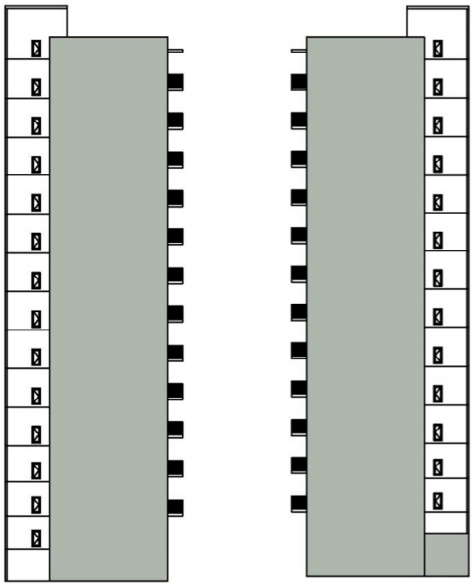


Figura 3.7 - Fachada Este y Fachada Oeste

Figura 3.8 - Fotografía de la fachada Oeste en la actualidad

Figura 3.9 - Imagen del edificio en 3d - fachada N

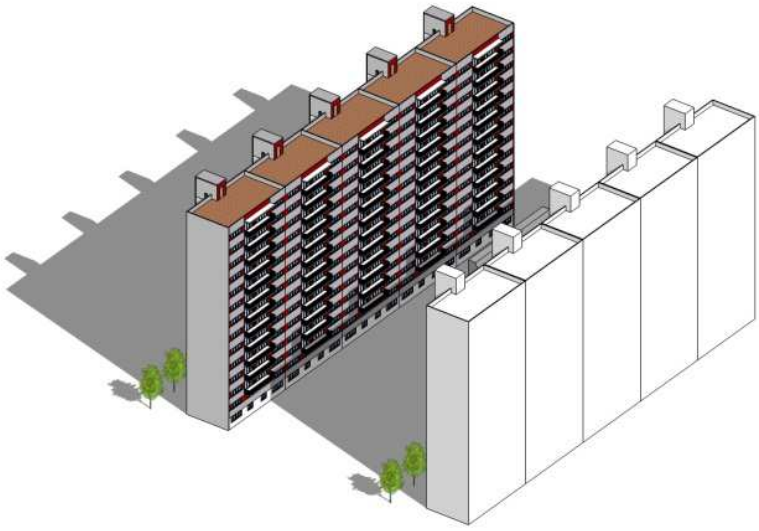


Figura 3.10 - Imagen del edificio en 3d - proyección de sombras sobre fachada Sur

3.4 Levantamiento de Planos de las diferentes plantas

Se ha realizado un levantamiento de planos en AutoCAD debido a la inexistencia de planos digitalizados por parte de la administración, la cual solo dispone de planos antiguos e incompletos. Por tanto para la definición de los espacios de las viviendas, necesario para la utilización del programa Líder ha sido necesaria la realización del levantamiento de planos de todas las plantas del edificio.

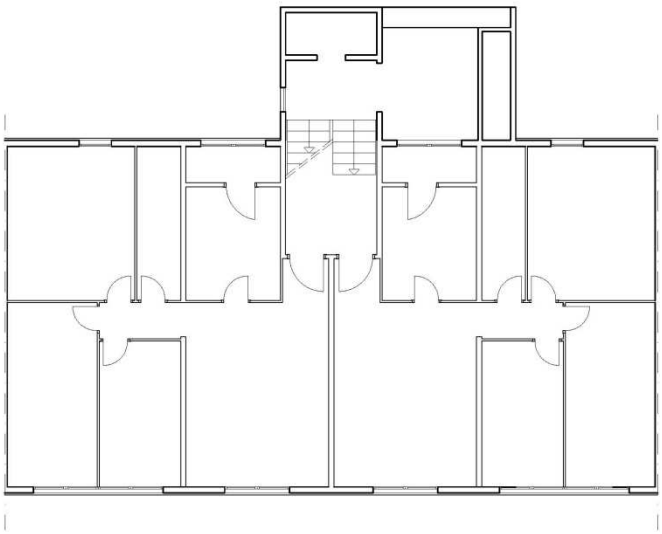


Figura 3.11 - Planta baja tipo

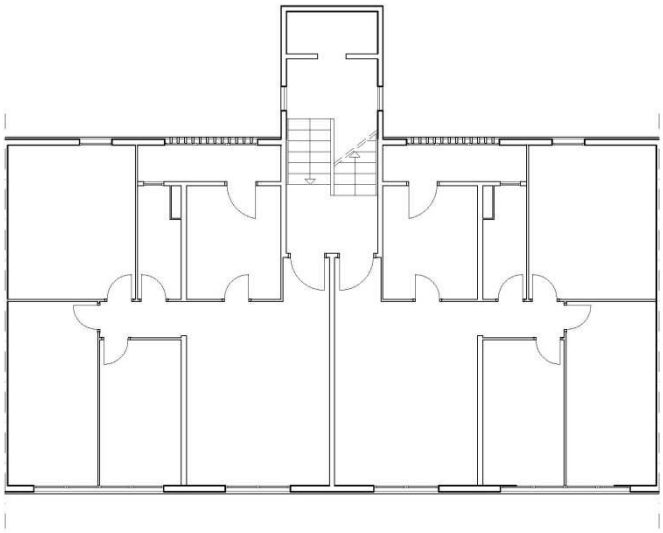


Figura 3.12 - Planta primera tipo

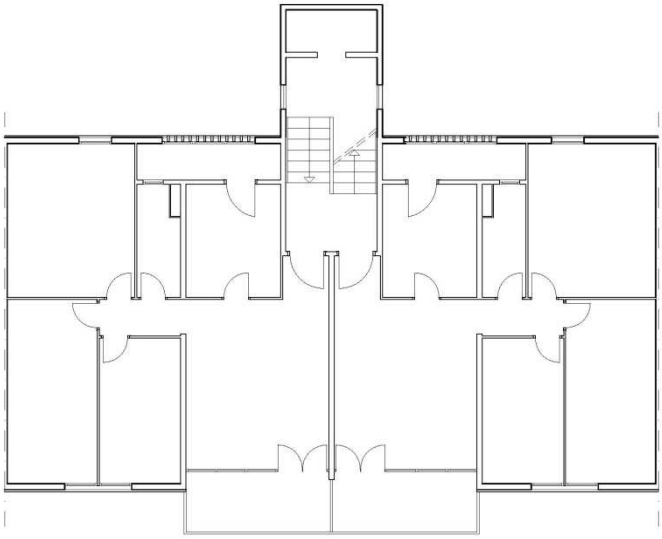


Figura 3.13 - Planta segunda a treceava tipo

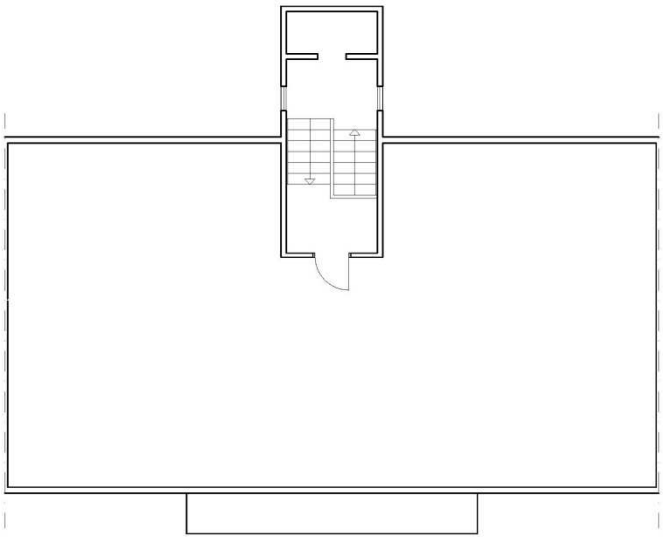


Figura 3.14 - Planta cubierta tipo

3.5 Características i superficies

El edificio esta compuesto por 15 plantas y 5 núcleos de escaleras, distribuidas de la siguiente forma:

PLANTA	USO	SUP. POR NUCLEO (m^2)	SUP. TOTAL (m^2)
Baja	Viviendas	154	770
1ª	Viviendas	142	710
2ª	Viviendas	150	750
3ª	Viviendas	150	750
4ª	Viviendas	150	750
5ª	Viviendas	150	750
6ª	Viviendas	150	750
7 ª	Viviendas	150	750
8 ª	Viviendas	150	750
9 ª	Viviendas	150	750
10 ª	Viviendas	150	750
11 ª	Viviendas	150	750
12 ª	Viviendas	150	750
13 ª	Viviendas	150	750
14ª	Terraza	150	750
	TOTAL	**2246m²**	**11230m²**

Tabla 3.1 – Cuadro de superficies de viviendas

La disposición del edificio queda de la siguiente forma:

Planta Baja (154m²): Situada a nivel de rasante encontramos un hall de entrada para conectar con cada núcleo de escalera individualizado, por tanto cada escalera tiene su hall. Des de planta baja encontramos una distribución de dos viviendas simétricas.

PLANTA BAJA 154m² (Bloque de escaleras tipo)					
LUGAR	**SUPERFICIE (m^2)**	**LUGAR**	**SUPERFICIE (m^2)**	**LUGAR**	**SUPERFICIE (m^2)**
VIVIENDA 1	61.27	**VIVENDA 2**	61.27	**COMUNES**	31.46
Recibidor	1.23	Recibidor	1.23	Hall	12.00
Comedor	16.02	Comedor	16.02	Ascensor	4.23
Cocina	6.54	Cocina	6.54	Escaleras	15.23
Lavadero	2.09	Lavadero	2.09		
Pasillo	1.93	Pasillo	1.93		
Baño	4.14	Baño	4.14		
Hab. 1	11.97	Hab. 1	11.97		
Hab. 2	10.11	Hab. 2	10.11		
Hab. 3	7.24	Hab. 3	7.24		

Tabla 3.2 – Superficies en viviendas planta baja

Planta Primera (142m²): Conectada por el núcleo de escaleras dispone de un pequeño rellano por el que se accede a las dos viviendas de la planta, la única diferencia con el resto de plantas es la ausencia de voladizo y la modificación de la zona del lavadero y baño en el interior de las viviendas, igualmente las dos viviendas son simétricas.

PLANTA PRIMERA 142m² (Bloque de escaleras tipo)					
LUGAR	**SUPERFICIE (m²)**	**LUGAR**	**SUPERFICIE (m²)**	**LUGAR**	**SUPERFICIE (m²)**
VIVIENDA 1	61.27	**VIVENDA 2**	61.27	**COMUNES**	19.46
Recibidor	1.23	Recibidor	1.23	Ascensor	4.23
Comedor	16.02	Comedor	16.02	Escaleras	15.23
Cocina	6.54	Cocina	6.54		
Lavadero	3.20	Lavadero	3.20		
Pasillo	1.93	Pasillo	1.93		
Baño	3.03	Baño	3.03		
Hab. 1	11.97	Hab. 1	11.97		
Hab. 2	10.11	Hab. 2	10.11		
Hab. 3	7.24	Hab. 3	7.24		

Tabla 3.3 - Superficies en viviendas planta primera

Planta Segunda a Treceava (150m²): Conectada por el núcleo de escaleras dispone de un pequeño rellano por el que se accede a las dos viviendas de la planta. Estas plantas contienen un voladizo en la fachada posterior del edificio común en las dos viviendas debido a su reparto simétrico.

PLANTA SEGUNDA A TRECEAVA 150m² (Bloque de escaleras tipo)					
LUGAR	**SUPERFICIE (m²)**	**LUGAR**	**SUPERFICIE (m²)**	**LUGAR**	**SUPERFICIE (m²)**
VIVIENDA 1	64.77	**VIVENDA 2**	64.77	**COMUNES**	19.46
Recibidor	1.23	Recibidor	1.23	Ascensor	4.23
Comedor	14.52	Comedor	14.52	Escaleras	15.23
Balcón	5.00	Balcón	5.00		
Cocina	6.54	Cocina	6.54		
Lavadero	3.20	Lavadero	3.20		
Pasillo	1.93	Pasillo	1.93		
Baño	3.03	Baño	3.03		
Hab. 1	11.97	Hab. 1	11.97		
Hab. 2	10.11	Hab. 2	10.11		
Hab. 3	7.24	Hab. 3	7.24		

Tabla 3.4 - Superficies en viviendas planta tipo

Planta Cubierta (150m²): Cubierta transitable dividida por cada medianera de edificio por una pared para delimitar cada núcleo. Se accede des de el núcleo de escaleras por una puerta de acceso.

PLANTA CUBIERTA (Bloque de escaleras tipo)			
LUGAR	**SUPERFICIE (m²)**	**LUGAR**	**SUPERFICIE (m²)**
COMUNES	128.67	**COMUNES**	19.46
Terraza	128.67	Ascensor	4.23
		Escaleras	15.23

Tabla 3.5 - Superficies en viviendas planta cubierta

3.6 Conceptos previos de la normativa del CTE para el calculo

3.6.1 Elección del procedimiento de calculo

La elección del procedimiento nos la marca el código técnico de la edificación. Se divide en dos opciones, el método simplificado y el método general.

Según el Documento Básico de la Habitabilidad y Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE-DB-HE1, de ahora en adelante), la **opción simplificada** esta basada en la el control indirecto de la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros característicos de los *cerramientos* y *particiones interiores* que componen su envolvente térmica. La comprobación se realiza a través de la comparación de los valores obtenidos en el cálculo con los valores límites permitidos. Esta opción podrá aplicarse a obras de edificación de nueva construcción que cumplan los requisitos especificados en el apartado 3.2.1.2 y a obras de rehabilitación de edificios existentes.

Y para la **opción general** según el CTE-DB-HE1 nos dice que esta basada en la evaluación de la demanda energética de los edificios mediante la comparación de ésta con la correspondiente a un edificio de referencia que define la propia opción. Esta opción podrá aplicarse a todos los edificios que cumplan los requisitos especificados en 3.3.1.2.

Los requisitos especificados en el apartado 3.3.1.2 del CTE-DB-HE1 nos indican que el edificio para que se pueda calcular con la opción simplificada deberá cumplir que en todas sus fachadas como máximo haya un 60% de huecos y que la superficie de lucernarios sea inferior al 5% en cubierta.

CUADRO DE SUPERFICIES EN FACHADA			
FACHADA	**Sup. TOTAL (m²)**	**Sup. HUECOS (m²)**	**HUECOS (%)**
Norte	2980,70	499,92	16,77
Este	480,40	9,36	1,94
Sur	2980,70	1890,18	**63,41**
Oeste	480,40	10,08	2,24

Tabla 3.6 – Superficies en fachada

Como podemos apreciar en la tabla para nuestro edificio tendremos que utilizar la opción general con el programa de la limitación de la demanda energética, LIDER, reconocido por el código técnico de la edificación.

3.6.2 Transmitancia térmica

La transmitancia térmica (U) es el flujo de calor perdido por los cerramientos, des del interior hacia el exterior, por unidad de tiempo. Influyen en el cálculo la resistencia de los materiales dadas por sus características internas y los espesores de los mismos. Las unidades se expresan en (W/m^2K)

Antes poder obtener la transmitancia de un cerramiento se deberá obtener los valores de resistencia de cada capa de cada cerramiento para proceder al cálculo de la R_T.

R_T es la resistencia térmica total del componente o elemento constructivo (m^2K/W)

$R_T = R_{SI} + R_1 + R_2 + R_3 + R_N \ldots + R_{SE}$

R_{SI} y **R_{SE}** son las resistencias térmicas superficiales del interior y el exterior de los cerramientos obtenidos según la orientación del cerramiento y el sentido del flujo o si están situados en el exterior o interior de la vivienda. Tablas E.1 y E.6 respectivamente.

Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m^2K/W

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	Rse	Rsi
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente	0,04	0,17

Tabla E.6 Resistencias térmicas superficiales de *particiones interiores* en m^2K/W

Posición de la *partición interior* y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{si}
Particiones interiores verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal	0,13	0,13
Particiones interiores horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente	0,10	0,10
Particiones interiores horizontales y flujo descendente	0,17	0,17

Para el cálculo de las resistencias de cada material que tiene el cerramiento ($R_1 + R_2 + R_3 + R_{N...}$) necesitamos conocer su conductividad térmica (λ) que nos la ofrece cada fabricante según calculada a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001 o tomada de Documentos Reconocidos, [W/m K].

Por tanto tenemos que:

$$R = \frac{\lambda}{e}$$

Siendo e el espesor de la capa de material que corresponde a su λ. (en m.)

3.7 Análisis de los cerramientos

3.7.1 Definición de los cerramientos a tratar.

Para poder valorar el funcionamiento del edificio en el aspecto térmico procederemos a valorar todos los cerramientos del edificio en todas sus capas para poder obtener los valores de transmitancia térmica y así poderlos comparar con la normativa actual del código técnico.

Para simplificar la totalidad de los cerramientos del edificio se ha elegido un núcleo de escaleras tipo del cual se puedan extrapolar los resultados, como ya queda contemplado en la memoria técnica del programa LIDER que será el utilizado para la valoración del análisis de la envolvente térmica.

Tipos de cerramiento vertical:

- Cerramiento exterior prefabricado (Fachadas)
- Cerramiento interior de 10cm de espesor
- Cerramiento interior de 5cm de espesor
- Cerramiento interior de carga/medianero prefabricado
- Cerramiento interior de ladrillo cerámico tipo gero

Tipos de cerramiento horizontal:

- Solera en planta baja
- Forjados tipo
- Cubierta

En cuanto a carpinterías encontramos que los marcos son todos de madera en varias composiciones. A modo de resumen podemos encontrar seis tipos de composiciones diferentes aunque todas son del mismo material pero de diferentes superficies.

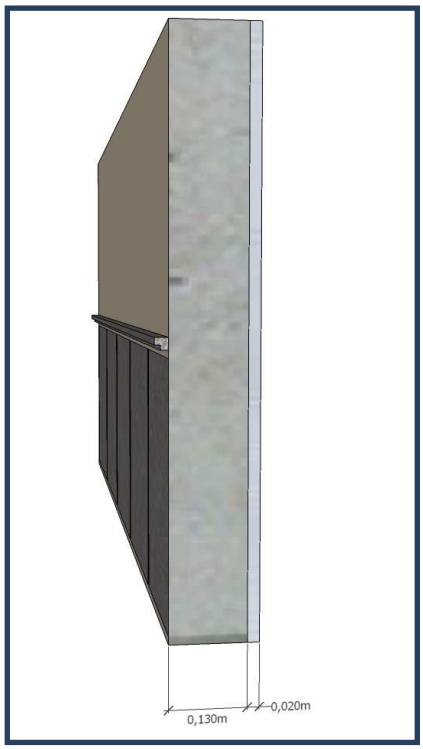
Tipos de carpinterías:

- Tipo 1: Madera; 4 módulos de 320x120 y ventanas de 80x4ud
- Tipo 2: Madera; 3 módulos de 240x120 y ventanas de 80x3ud
- Tipo 3: Madera 1 módulos de 160x120 y ventanas de 80x2ud
- Tipo 4: Madera 1 módulo de 80x120 y ventana de 80x1ud
- Tipo 5: Madera 1 módulo de 60x120 y ventana de 60x1ud
- Tipo 6: Madera 3 módulos de 70x210 fijos y 1 módulo de 120x210 con doble apertura

Los acristalamientos están realizados con vidrios monolíticos de poco espesor, típicos en los años 60-70 en viviendas de clase baja.

3.7.2 Fichas de cerramientos verticales y horizontales

Ficha tipo de Cerramientos



Tipo de Cerramiento: Fachada principal

Descripción del cerramiento:

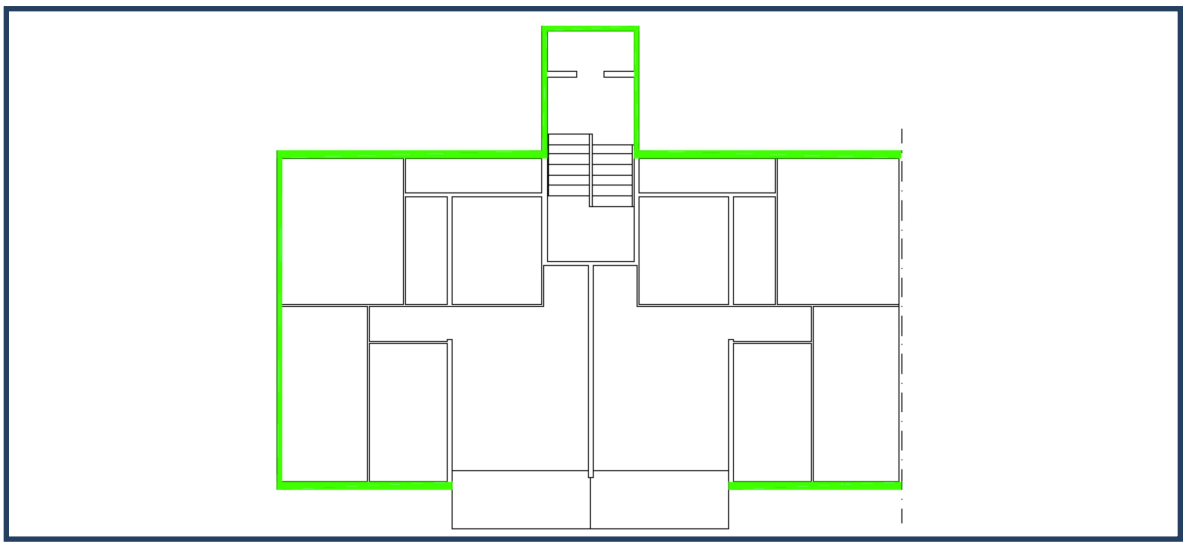
Elemento en contacto directo entre el exterior y el interior. Elemento prefabricado pesado de 13cm de espesor sumado a una capa de yeso de 2cm de espesor. Este elemento es el característico en toda la fachada del edificio.

Función y composición del cerramiento:

Aislar perimetralmente en fachada de las condiciones térmicas externas así como de medio separador entre el exterior y el interior. Debe ser un elemento resistente y robusto para garantizar la intimidad y separar los ambientes.

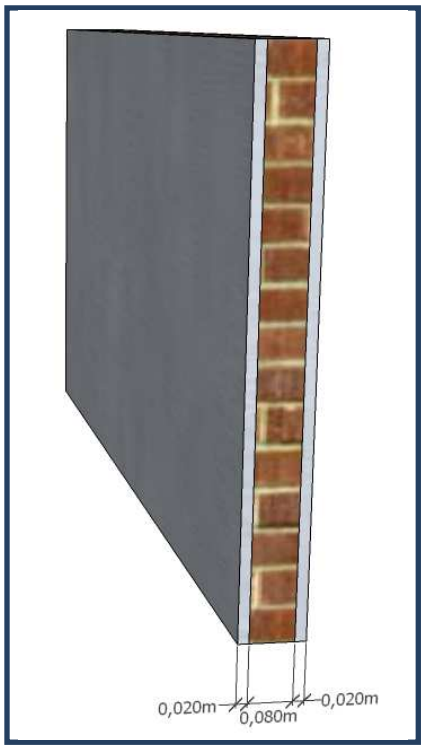
MATERIAL DEL CERRAMIENTO	ESPESOR (m)	λ (W/mK)	R (W/m²K)
Capa de aire exterior			0,0400000
Hormigón armado prefabricado	0,13	2,3	0,0565217
Yeso de dureza media	0,02	0,3	0,0666667
Capa de aire interior			0,1300000
TOTAL:	0,15		0,2932551
TRANSMITANCIA TERMICA U=1/Rt (W/m²K)			**3,41**

Ubicación en planta:



Ficha tipo de Cerramientos

Tipo de Cerramiento: Tabique de 8cm



Descripción del cerramiento:

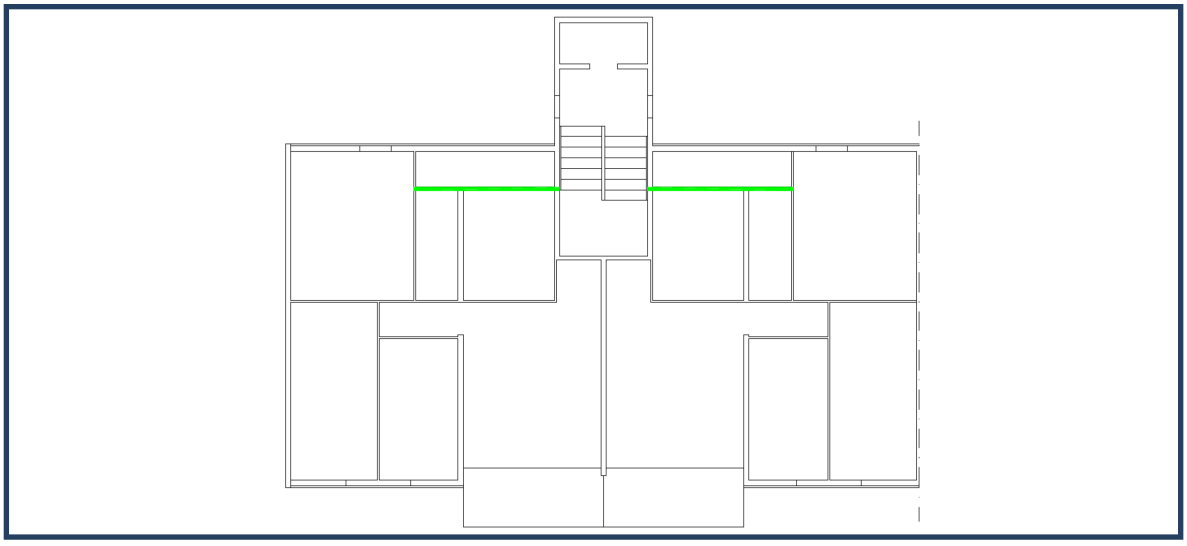
Elemento en interno de las viviendas. Formado por una capa de 8cm de espesor de material cerámico en diferentes formatos y aderezado por una capa de yeso de 2cm de espesor a cada lado para darle uniformidad. Este elemento es el característico en todas las divisiones no estructurales del edificio que contengan instalaciones.

Función y composición del cerramiento:

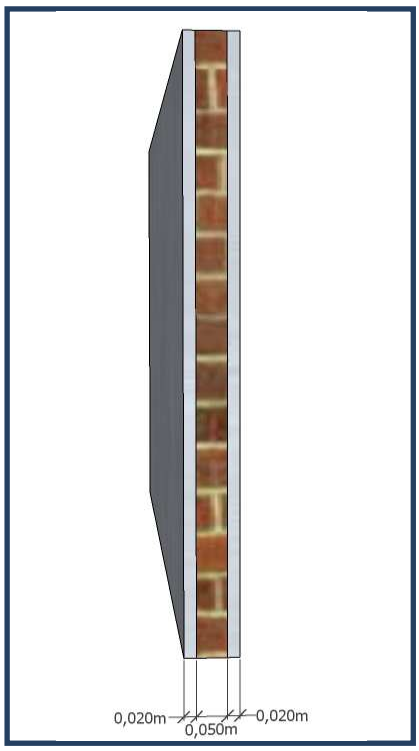
Este tipo de cerramiento es exclusivo para las divisiones internas de las viviendas, en las cuales haya algún tipo de instalación. Material formado por dos paneles de celdas para conseguir una mayor robustez y facilitar la obertura de rozas para el paso de instalaciones.

MATERIAL DEL CERRAMIENTO	ESPESOR (m)	λ (W/mK)	R (W/m²K)
Capa de aire exterior			0,0400000
Yeso de dureza media	0,02	0,3	0,0666667
Tabique de ladrillo hueco doble	0,08	0,432	0,1851851
Yeso de dureza media	0,02	0,3	0,0666667
Capa de aire interior			0,1300000
TOTAL:	0,12		0,4878048
TRANSMITANCIA TERMICA U=1/Rt (W/m²K)			**2,05**

Ubicación en planta:



Ficha tipo de Cerramientos



Tipo de Cerramiento: Tabique de 5cm

Descripción del cerramiento:

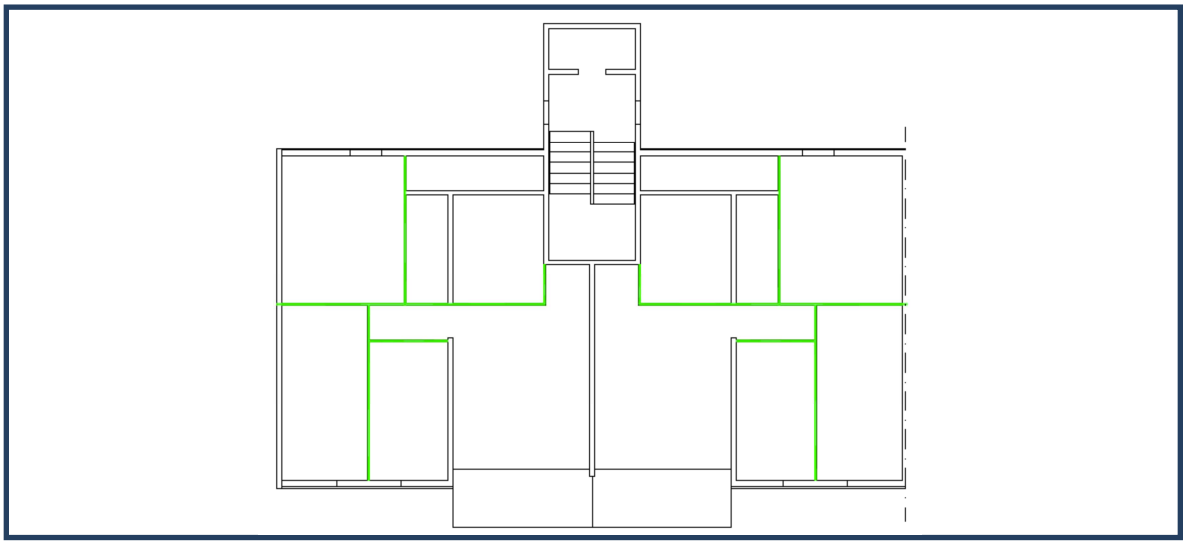
Elemento en interno de las viviendas. Formado por una capa de 5cm de espesor y aderezado por una capa de yeso de 2cm de espesor a cada lado para darle uniformidad. Este elemento es el característico en todas las divisiones no estructurales del edificio.

Función y composición del cerramiento:

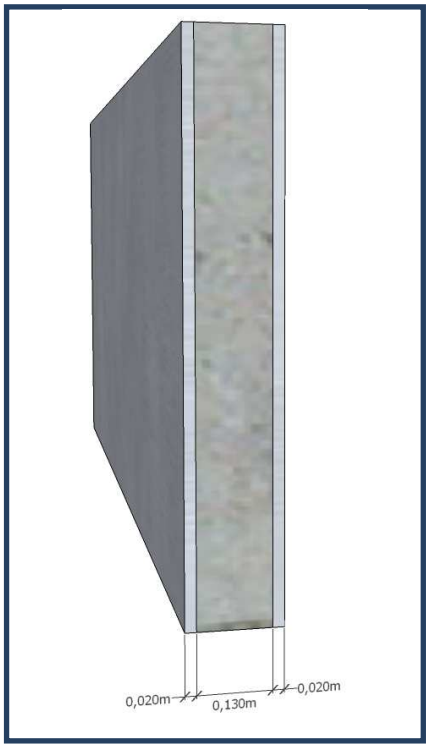
Este tipo de cerramiento es exclusivo para las divisiones internas de las viviendas ya que no tiene ninguna función estructural ni térmica. Actualmente este tipo de cerramiento se utiliza poco debido a que el material solo tiene una celda interna y para la realización de las rozas debilita mucho su integridad.

MATERIAL DEL CERRAMIENTO	ESPESOR (m)	λ (W/mK)	R (W/m²K)
Capa de aire exterior			0,0400000
Yeso de dureza media	0,02	0,3	0,0666667
Tabique de ladrillo hueco sencillo de un panel	0,05	0,445	0,0565217
Yeso de dureza media	0,02	0,3	0,0666667
Capa de aire interior			0,1300000
TOTAL:	0,09		0,3937007
TRANSMITANCIA TERMICA U=1/Rt (W/m²K)			**2,54**

Ubicación en planta:



Ficha tipo de Cerramientos



Tipo de Cerramiento: Pared de carga prefabricada

Descripción del cerramiento:

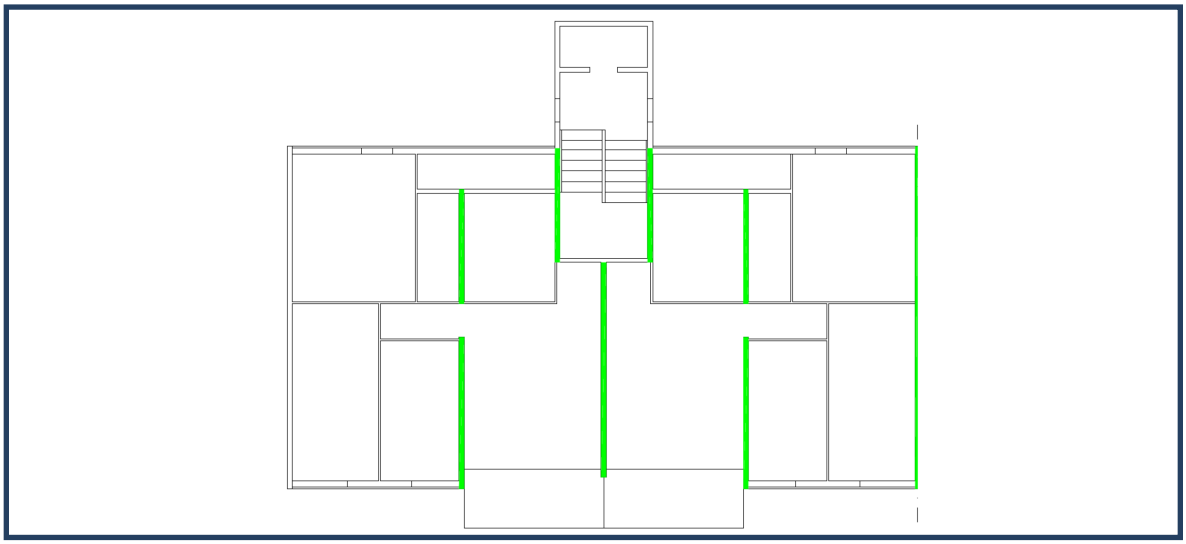
Pared de carga en forjados. Formado por una capa de 13cm de espesor de hormigón armado prefabricado, aderezado por una capa de yeso de 2cm de espesor a cada lado para darle uniformidad y acabado. Este elemento es el característico en divisiones estructurales del edificio por su capacidad portante.

Función y composición del cerramiento:

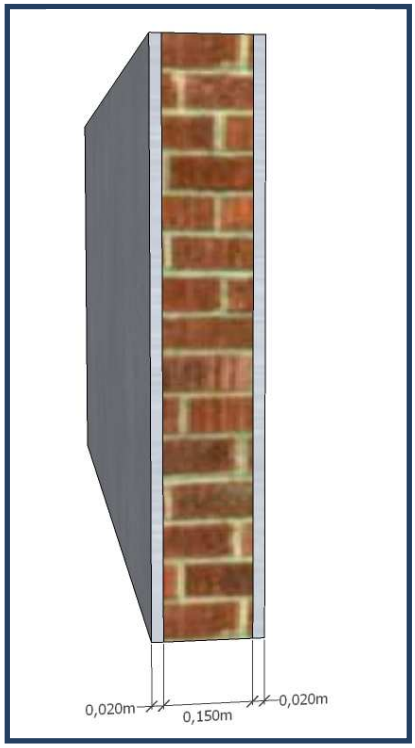
Este cerramiento tiene funciones estructurales ya que soporta las placas alveolares del forjado. Por tanto las encontramos en todos los apoyos del forjado. Incluida la medianera que aporta una robustez en el elemento medianero para obtener un elevado grado de confort.

MATERIAL DEL CERRAMIENTO	ESPESOR (m)	λ (W/mK)	R (W/m²K)
Capa de aire exterior			0,1300000
Yeso de dureza media	0,02	0,300	0,0666667
Hormigón armado prefabricado	0,13	2,3	0,0565217
Yeso de dureza media	0,02	0,300	0,0666667
Capa de aire interior			0,1300000
TOTAL:	0,17		0,4498550
TRANSMITANCIA TERMICA U=1/Rt (W/m²K)			**2,78**

Ubicación en planta:



Ficha tipo de Cerramientos



Tipo de Cerramiento: Fabrica de ladrillo tipo gero

Descripción del cerramiento:

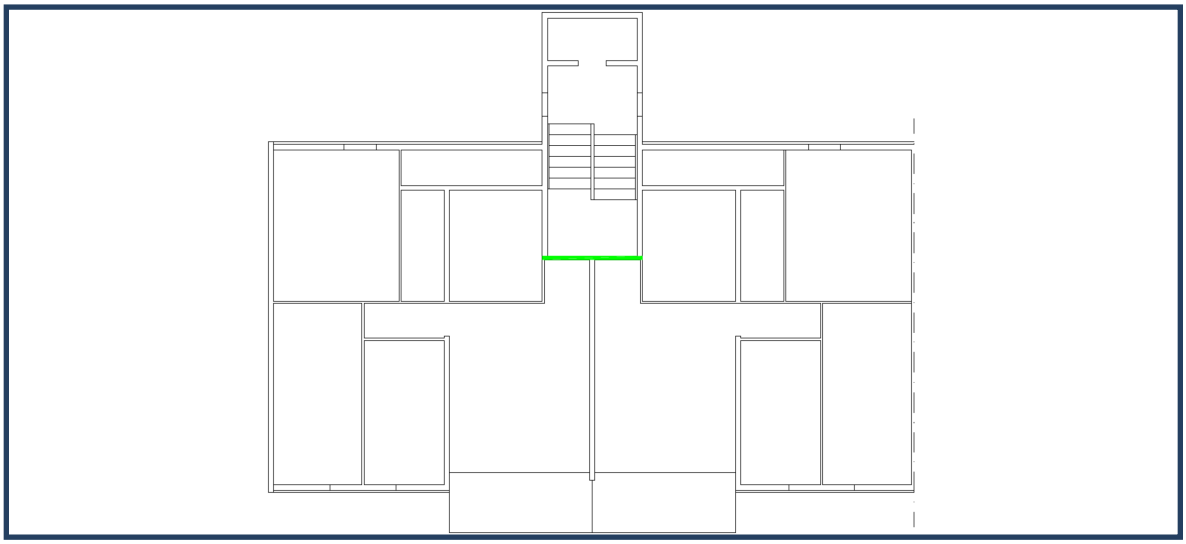
Elemento divisorio entre las viviendas. Formado por una capa de 15cm de espesor de material cerámico, aderezado por una capa de yeso de 2cm de espesor a cada lado para darle uniformidad. Este elemento es el característico en divisiones estructurales del edificio por su capacidad portante.

Función y composición del cerramiento:

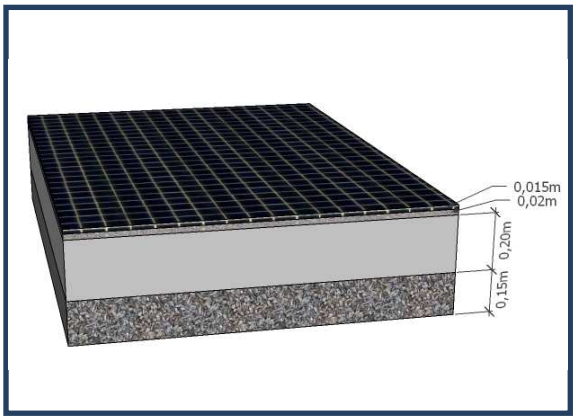
División entre viviendas, interior o exterior, ya que estamos hablando de un cerramiento de un espesor de 15cm que otorga un grado de confort elevado tanto acústicamente como térmicamente en función de su protección. También otorga un gran rendimiento en cuanto a la resistencia a las cargas dependiendo del sistema constructivo empleado.

MATERIAL DEL CERRAMIENTO	ESPESOR (m)	λ (W/mK)	R (W/m²K)
Capa de aire interior			0,1300000
Yeso de dureza media	0,02	0,300	0,0666667
Fabrica de LH, cerámico catalán tipo GERO	0,15	0,667	0,2248875
Yeso de dureza media	0,02	0,300	0,0666667
Capa de aire interior			0,1300000
TOTAL:	0,19		0,6182208
TRANSMITANCIA TERMICA U=1/Rt (W/m²K)			**2,10**

Ubicación en planta:



Ficha tipo de Cerramientos



Tipo de Cerramiento: Solera

Descripción del cerramiento:

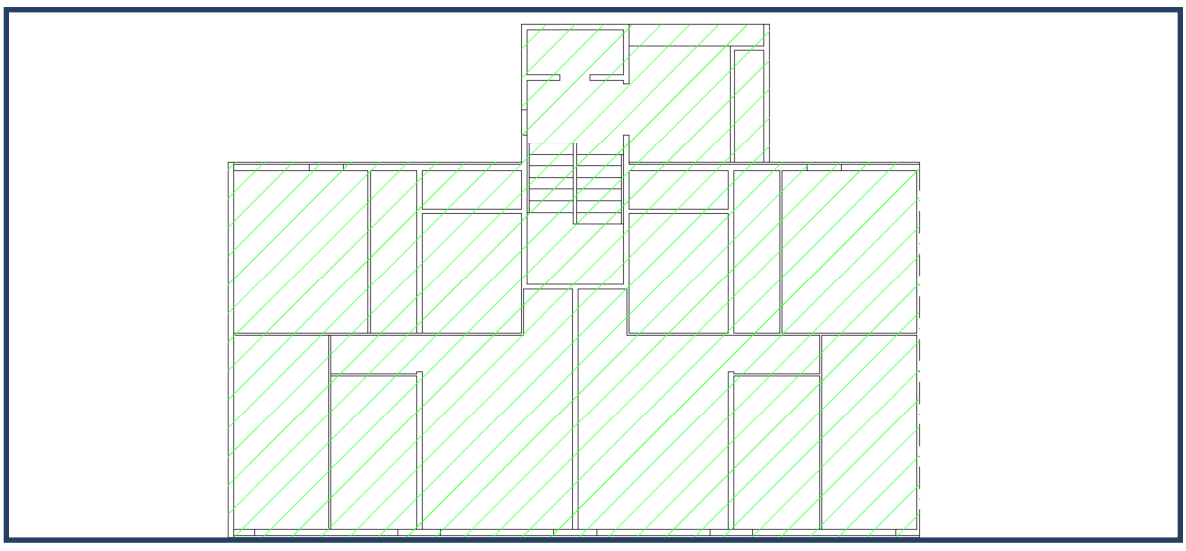
Elemento en contacto directo entre el exterior (tierras) y el interior (vivienda). Elemento formado por diversas capas para otorgarle permeabilidad, robustez, y flexibilidad. Formado por una capa de grabas de 15cm, una solera de hormigón en masa de 20cm para un acabado de pavimento cerámico de 0.015cm de espesor tomadas por una capa de mortero de 0.02cm de espesor. Este elemento es el característico en viviendas de planta baja exentas de sótanos.

Función y composición del cerramiento:

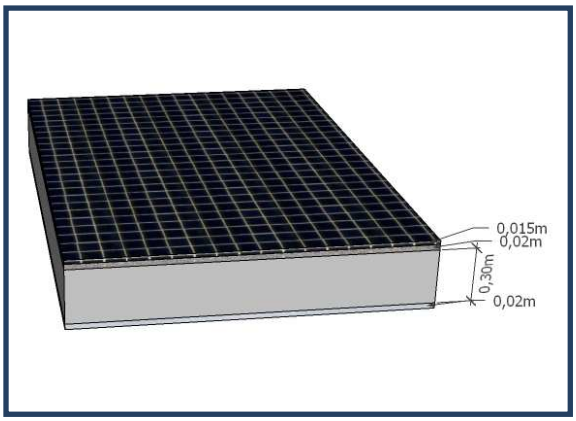
Aislar la humedad del terreno de la zona por la que transitamos para garantizar un mínimo de confort. Debe ser un elemento resistente y robusto para absorber las modificaciones que va sufriendo el terreno, por filtraciones de agua o por pequeños movimientos de tierras, también debe evitar las fisuras o roturas. Pueden conllevar problemas de humedades o absorciones por capilaridad si no están convenientemente tratadas.

MATERIAL DEL CERRAMIENTO	ESPESOR (m)	λ (W/mK)	R (W/m²K)
Capa de aire exterior			0,0400000
Gres Calcáreo de alta dureza	0,015	1,90	0,0078947
Mortero de Cemento Portland	0,02	0,55	0,0363636
Hormigón celular autonivelante	0,08	0,29	0,2758620
Hormigón armado para solera	0,25	2,3	0,1086956
Grava drenaje solera	0,15	2	0,075
Capa de aire interior			0,1700000
TOTAL:	0,515		0,3984063
TRANSMITANCIA TERMICA U=1/Rt (W/m²K)			**2,51**

Ubicación en planta:



Ficha tipo de Cerramientos



Tipo de Cerramiento: Forjados

Descripción del cerramiento:

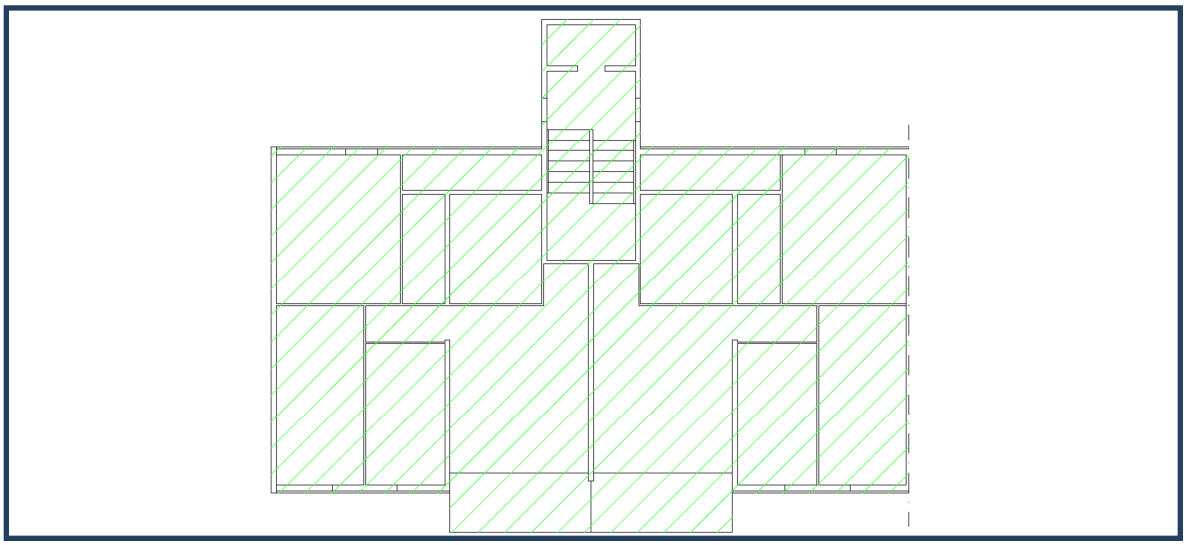
Elemento en contacto entre plantas, por tanto va de interior a interior. Elemento formado por diversas capas para otorgarle aislante, robustez, y flexibilidad. Formado por una capa de vigas alveolares de 25cm de espesor más una chapa de compresión de 5cm de hormigón y mallazo para un acabado de pavimento cerámico de 0.015cm de espesor tomadas por una capa de mortero de 0.02cm de espesor. Este elemento es el característico en forjados, aunque podemos encontrar de varios formatos diferentes.

Función y composición del cerramiento:

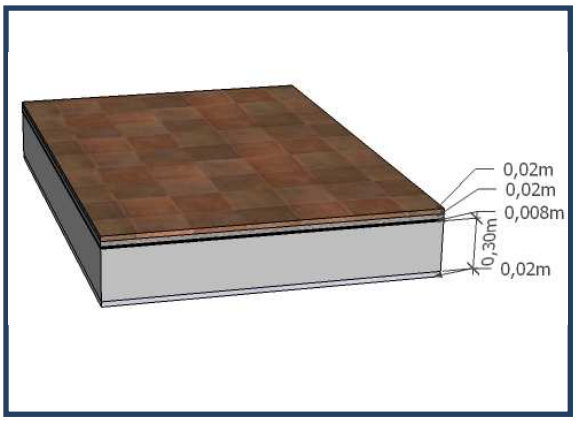
Aislar las divisiones que separa tanto acústicamente como en confort térmico. Debe ser un elemento resistente y robusto para garantizar la resistencia entre plantas. Otro aspecto que se debe cumplir son las flechas máximas para garantizar la planeidad de los forjados. Por tanto debido a sus funciones, es un elemento medianero se le exigirán las máximas prestaciones en confort.

MATERIAL DEL CERRAMIENTO	ESPESOR (m)	λ (W/mK)	R (W/m²K)
Capa de aire exterior			0,1000000
Gres Calcáreo de alta dureza	0,015	1,90	0,0078947
Mortero de Cemento Portland	0,02	0,55	0,0363636
Viguetas alveolares	0,30	1,618	0,1854141
Yeso de dureza media	0,02	0,3	0,0666667
Capa de aire interior			0,1000000
TOTAL:	0,355		0,4963394
TRANSMITANCIA TERMICA U=1/Rt (W/m²K)			**2,14**

Ubicación en planta:



Ficha tipo de Cerramientos



Tipo de Cerramiento: Cubierta

Descripción del cerramiento:

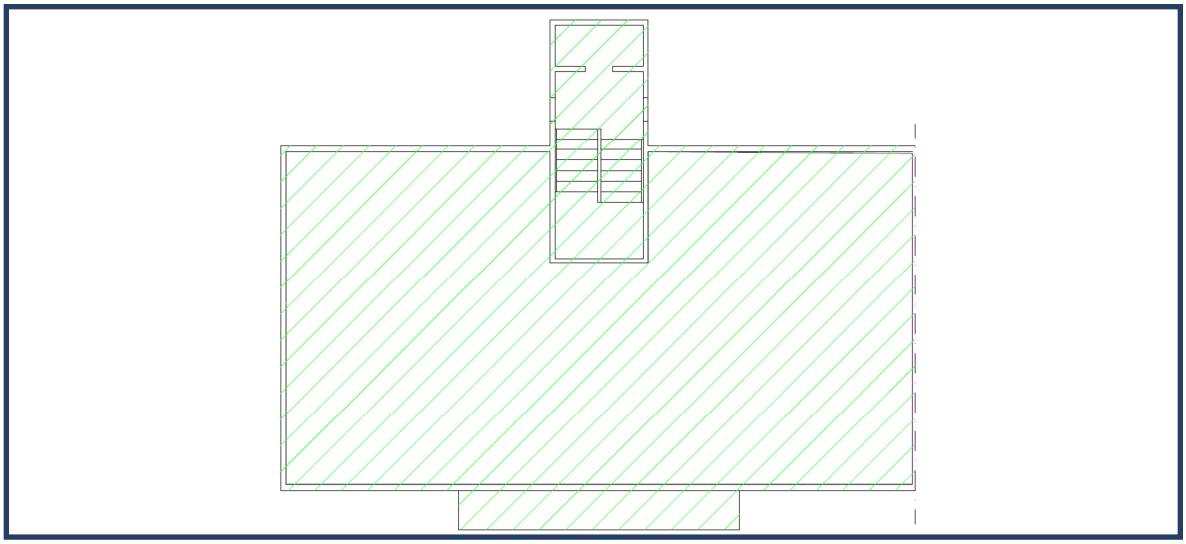
Considerado como la cierre o remate del edificio, dado a que estamos tratando una cubierta plana transitable, esta compuesta por una capa de plaqueta cerámica roja de 0,02cm tomada con mortero de cemento portland y debajo se encuentra una lamina de asfalto para evitar filtraciones. Luego encontramos el forjado de 25+5 de placas alveolares y como remate de la planta inferior tenemos una capa de 0,02m de espesor de yeso de dureza media.

Función y composición del cerramiento:

Cubierta, punto conflictivo en los edificios, punto recogida de aguas, debe estar bien impermeabilizada para evitar filtraciones. En la actualizad no solo se trata la entrada de agua sino el impacto térmico de las radiaciones sobre la cubierta que hace aumentar la temperatura en la planta inferior a esta. Por tanto se deben tratar también de aislar para evitar excesos de temperatura en verano y de pérdidas excesivas en invierno. Es un punto crucial en el análisis.

MATERIAL DEL CERRAMIENTO	ESPESOR (m)	λ (W/mK)	R (W/m²K)
Capa de aire exterior			0,0400000
Plaqueta Cerámica Roja	0,02	1,00	0,0200000
Mortero de Cemento Portland	0,02	0,55	0,0363636
Lamina de Asfalto impermeabilizante	0,008	0,7	0,0114285
Viguetas alveolares	0,30	1,618	0,1854141
Yeso de dureza media	0,02	0,3	0,0666667
Capa de aire interior			0,1000000
TOTAL:	0,368		0,4901960
TRANSMITANCIA TERMICA U=1/Rt (W/m²K)			**2,04**

Ubicación en planta:

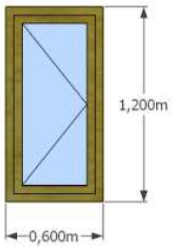


3.8 Carpinterías y vidrios

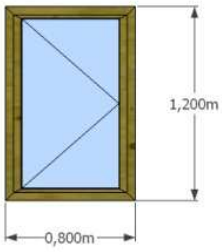
Otro factor a tener en cuenta son las carpinterías y los vidrios del edificio que nos pueden ayudar en cuanto a la aireación de las viviendas, pero con un cierto control ya que es un punto conflictivo en cuanto a la pérdida de energía. Los vidrios juegan un papel fundamental en la perdida de calor. Los edificios de los años 60 en viviendas la gran mayoría utilizaba cristales monolíticos, los cuales solo llevaban una fina capa de vidrio y sin cámara de aire que ejerce de barrera para evitar grandes fugas de calor. Aunque en los edificios de oficinas y de la administración podíamos ver como se empezaban a colocar ventanas con marcos metálicos como las carpinterías del tipo Mondragón.

En nuestro edificio en cuanto a carpinterías comprobamos que todas son de madera en diferentes modelajes y con vidrios monolíticos de unos 6mm de espesor. Estos cristales no nos ofrecen apenas ninguna protección contra la perdida de temperatura ni tampoco a nivel acústico nos aísla de los ruidos exteriores. En función de la superficie afectará más o menos en la pérdida de calor.

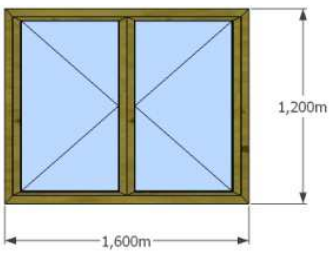
3.8.1 Descripción de las carpinterías y vidrios



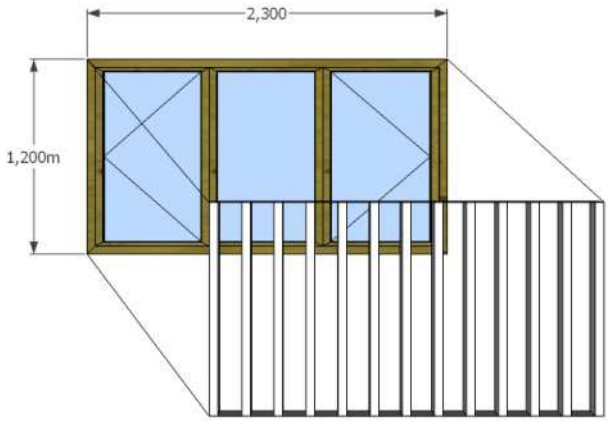
(H1) Ventana de 0.60x1.20 en fachada norte en el modulo de hueco de escaleras. Esta ventana sirve para la ventilación de la caja de escaleras en la que hay dos ventanas por rellano. La ventana consta de una sola hoja con obertura hacia el interior. La apertura de la ventana se realiza mediante una maneta situada en el interior a modo de cuarto de vuelta. El acristalamiento es monolítico de 6mm de espesor.



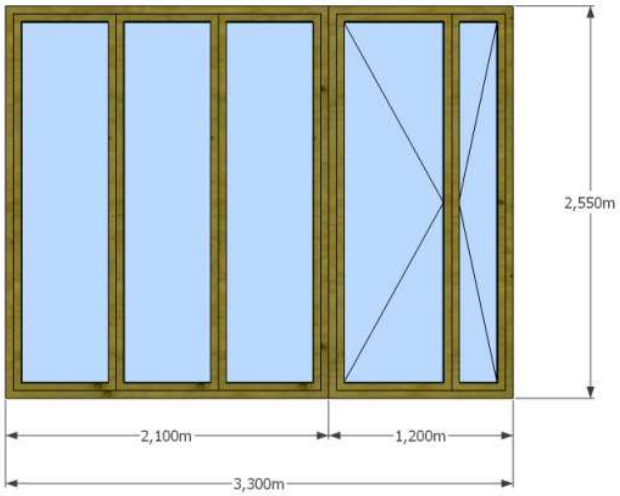
(H2) Ventana de 0.80x1.20 en fachada norte. Esta ubicada en las habitaciones pequeñas lo que favorece a una pérdida más pequeña de carga térmica que las ventanas grandes. Apertura es hacia el interior, mediante una maneta y solo dispone de una hoja. El acristalamiento es monolítico de 6mm de espesor.



(H3) Ventana de 1.60x1.20 en fachada sur en planta baja y planta primera. Estas ventanas son más grandes para captar el sol en la planta baja. Ya que es levemente inferior al nivel de la rasante. Así también contrarrestan la falta de voladizo en la parte de la sala de estar. La ventana dispone de dos hojas de apertura interior con manetas a cada lado. El acristalamiento es monolítico de 6mm de espesor.



(H4) Ventana de 2.60x1.20 en fachada norte. Esta ventana tiene la peculiaridad de tener una protección horizontal de hormigón que para su orientación estaría de más ya que en norte no tiene una molestia importante en cuanto a sol. La ventana esta formada por un modulo de dos ventanas con apertura hacia el interior y una hoja central fija. El acristalamiento es monolítico de 6mm de espesor.



(H5) Ventana de 3.30x2.55 en fachada sur. Esta ventana corresponde con las plantas que tienen voladizo. Esta ventana garantiza la entrada de luz y calor en el interior de las salas de estar. Depende que meses del año incluso demasiada incidencia térmica que resulta molesta. De hecho se opto a posterior de la construcción del edificio de dotar a todos los voladizos de toldos para proteger de la incidencia solar en los meses estivales. Esta formada por tres módulos de cristales fijos de 2.10x2.55 y por una puerta de 0.80 y otra de 0.40 para formar una apertura de 1.20m de máximo. El acristalamiento es monolítico de 6mm de espesor.

VENTANA	ORIENTACIÓN	CRISTALES	MARCO	% HUECO	U (W/M²K)	FACTOR SOLAR	REDUCCIÓN ACUSTICA
H1	Norte / Sur	Monolítico de 6mm de espesor U= 5,7 W/m²K	Madera U= 5,7 W/m²K	0,53	5,7	-	-
H2	Este			0,62			
H3	Este / Oeste			0,41			
H4	Oeste			0,37			
H5	Oeste			0,38			

Tabla 3.7 – Resumen carpintería exterior existente

4. EVALUACIÓN DEL EDIFICIO

4.1 Introducción de datos en Lider

Limitación de la demanda energética son las palabras que contienen las siglas LIDER, que forman el nombre del programa que se encarga de calcular la demanda energética de los edificios. Su sistema se basa en comparar el edificio creado, delimitando todos los espacios, cerramientos y delimitando su entorno para compararlo con un edificio origen o tipo prediseñado con el programa con las mismas características que el que as creado, con la misma orientación, clases climáticas, higrotermicas y puentes térmicos pero que cumple con todas las especificaciones del código técnico de la edificación. El programa te genera un informe donde puedes constatar si el edificio cumple o no cumple y en las zonas donde se genera el déficit o el exceso.

De esta manera cuando se da el caso de que se debe calcular el edificio con la opción general, es el programa referencia para calcularlo. Existen más programas como el modulo de aislamiento térmico de cipe o el Energy plus (Americano). La diferencia es que este te lo proporciona la página del CTE.

El programa tiene ciertas limitaciones en los edificios grandes ya que tiene un número límite 100 espacios y de 500 elementos de cerramientos contando particiones interiores y ventanas. Pero la ventaja es que no es necesario calcular todo el edificio sino y todas las plantas ya que el programa te permite agrupar las plantas tipo del edificio y multiplicarlas y también te permite por ejemplo en nuestro caso calcular un solo núcleo de escaleras y extrapolar el calculo hacia los demás núcleos, ya que si el calculado cumple, o no, los demás cumplirán o no en caso de ser negativo.

4.1.1 Datos relevantes iniciales i descripción del edificio

El programa de inicio te exige clasificar el edificio geográficamente según el apéndice D del CTE-DB-HE1, marcar una orientación del edificio respecto del norte, marcar la clase de higrometría del edificio y las renovaciones por hora necesarias.

DATOS INICIALES	
Orientación	343,00º
Tipo de Vivienda	Bloque
Tipo de uso	Residencial
Higrometría	Clase 3
Renovaciones hora	1

Tabla 4.1 – Datos iniciales del edificio

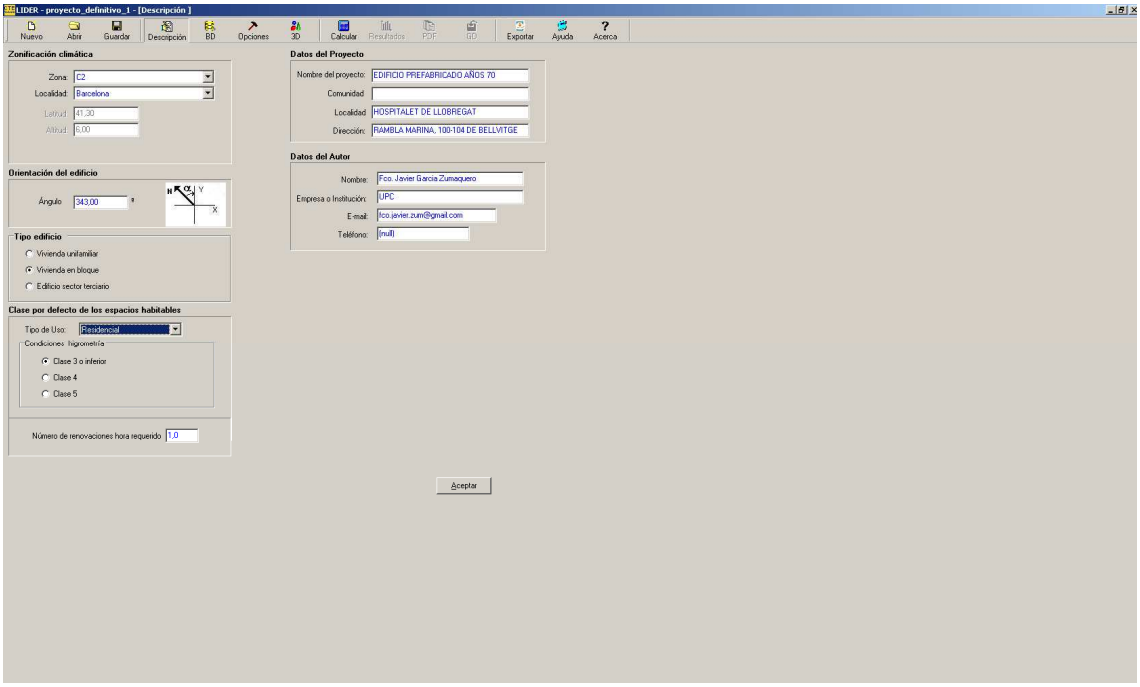


Figura 4.1 - Imagen de la pestaña de descripción del edificio

4.1.2 Base de datos i definición de los materiales

La base de datos del programa esta ligada al catalogo de elementos constructivos del código técnico por tanto nos ofrece una infinidad de materiales que podemos escoger y combinar para la formación de los cerramientos. Estos materiales están todos clasificados por familias y todos contienen características térmicas.

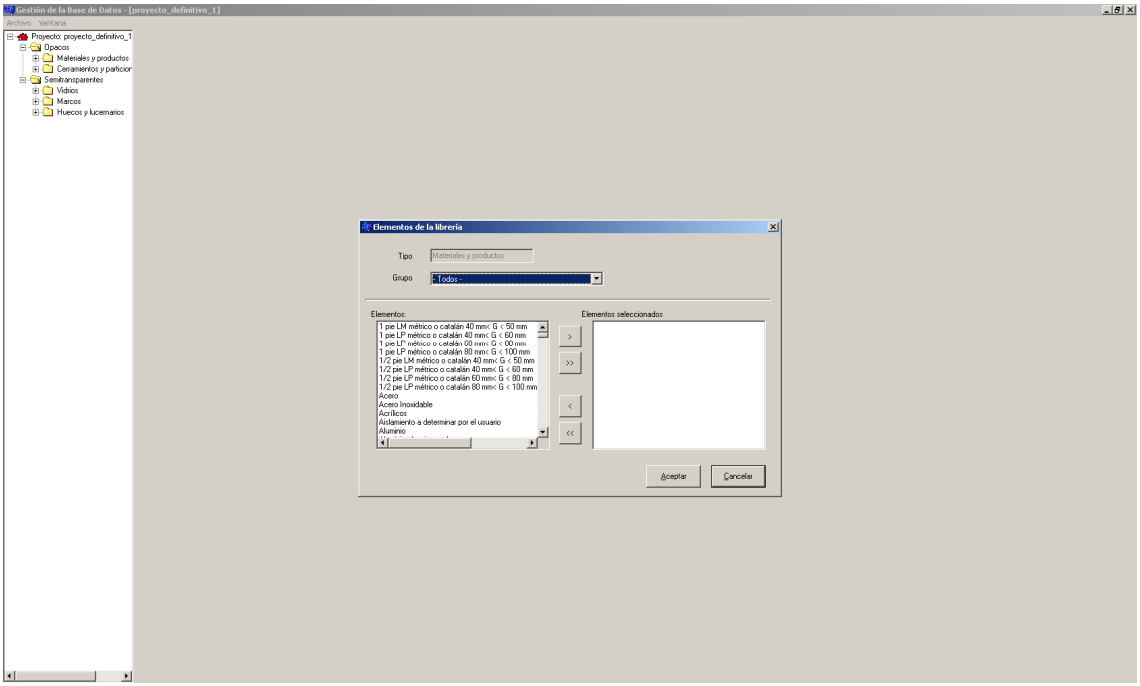


Figura 4.2 - Imagen base de datos del catalogo de elementos constructivos

Una vez cargadas las librerías de los materiales la definición de los cerramientos es muy sencilla ya que lo único que se debe realizar es la clasificación de los elementos según su orden e indicar su espesor. El programa ya te facilita las U de cada cerramiento en función de su composición.

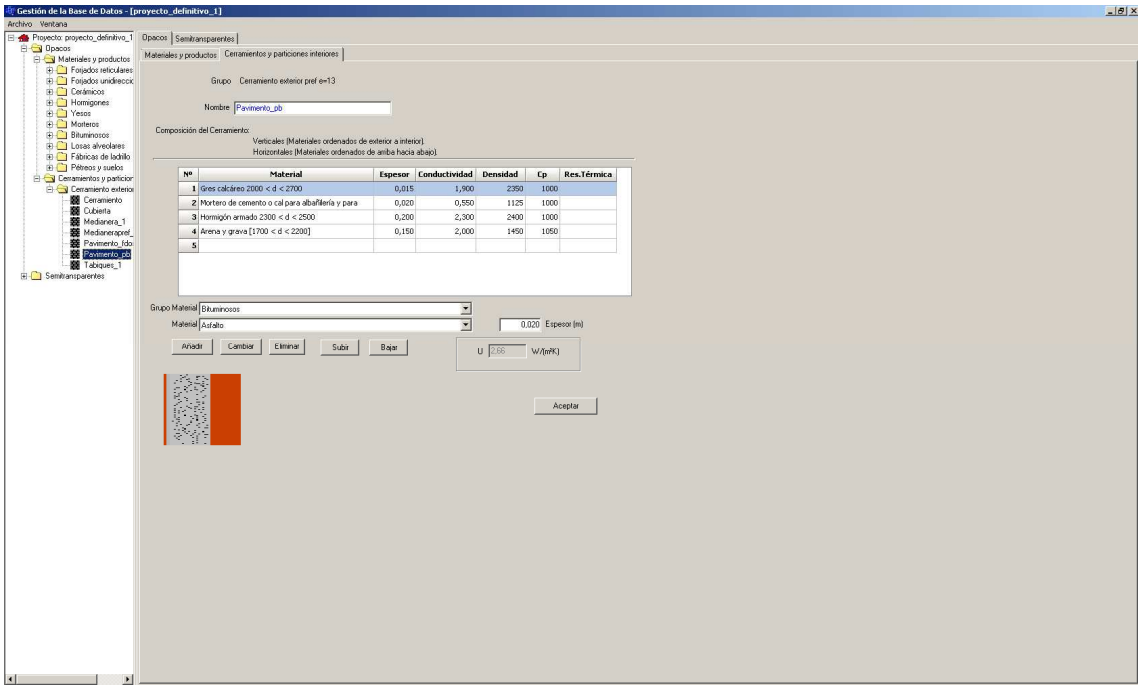


Figura 4.3 - Imagen de la composición de los cerramientos

4.1.3 Definición de puentes térmicos

El programa contempla la opción de configurar los puentes térmicos con el fin a ajustarlos a cada proyecto para así poder calcular con la mayor eficacia posible las características de cada edificio.

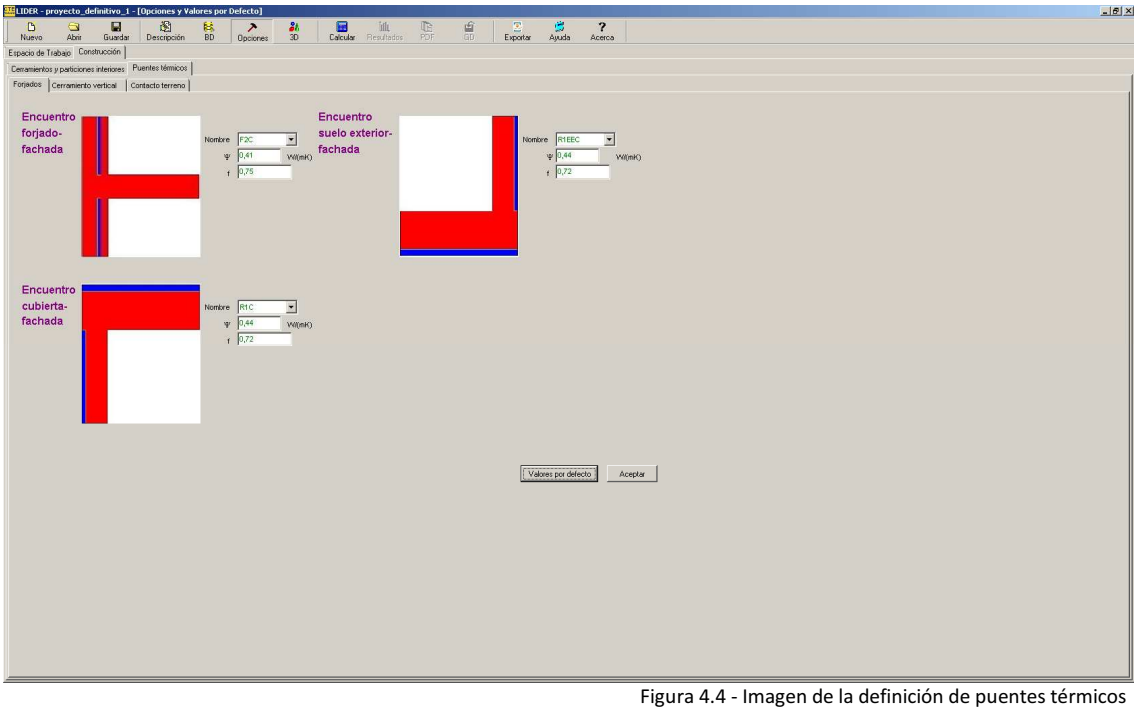


Figura 4.4 - Imagen de la definición de puentes térmicos

4.1.4 Dibujo del edificio

El dibujo del edificio se puede considerar la parte mas primitiva del programa, aun así líder te permite la exportación de ficheros desde AutoCAD para la definición de las plantas pero si necesitas una precisión elevada la única manera de entrar los datos son por coordenadas y como peculiaridad del programa no se pueden entrar de cualquier manera sino que te obliga a llevar un orden y en sentido anti-horario.

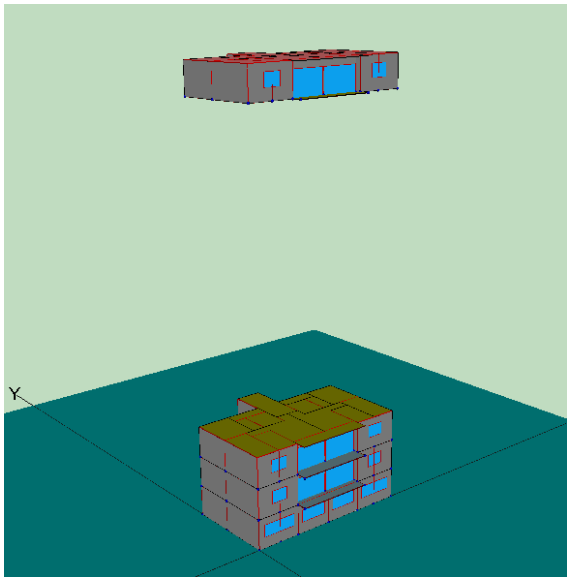


Figura 4.5 - Fachada Sud y Oeste

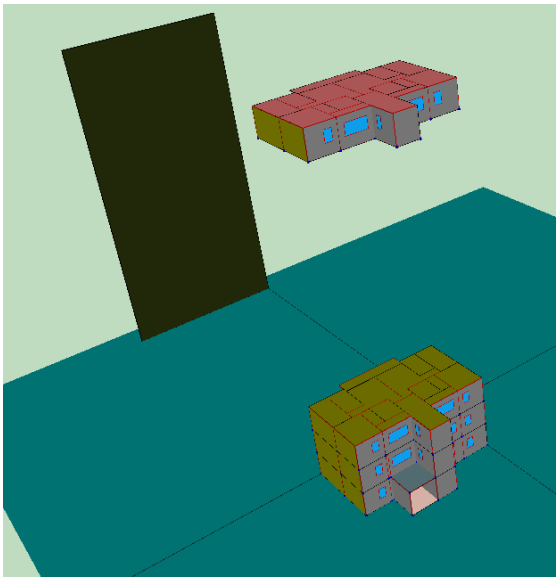


Figura 4.6 - Recreación de la sombra del edificio colindante

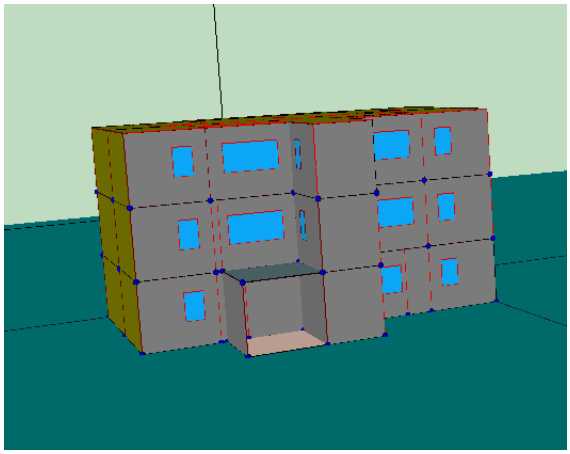


Figura 4.7 - Fachada Norte y Este

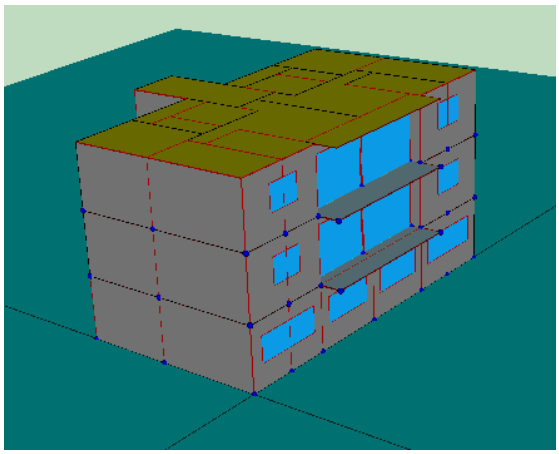


Figura 4.8 - Ampliación de planta baja, primera y planta tipo

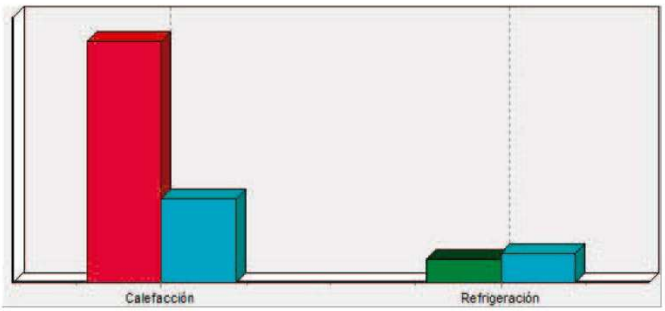
Como se puede apreciar no se calcula el edificio completo, sino que se introduce una porción del edificio y como es un edificio simétrico los valores se cumplirán para los demás. A más a más entre la planta tercera y la treceava se aprecia un vacío. Líder para evitar la limitación de espacios nos permite marcar el número de plantas iguales y por tanto el vacío de plantas corresponde el nuero de plantas iguales a la planta tercera.

4.2 Resultados

Una vez realizado el dibujo y comprobado la asignación de los cerramientos es acorde con el dibujo, se procede al calculo que realiza el motor del programa para verificar el cumplimiento, o no del edificio en función del edificio de referencia y obtenemos los siguientes datos.

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	288,8	79,2
Proporción relativa calefacción refrigeración	91,3	8,7



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1,2 W/m²K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

Como podemos apreciar en la grafica en términos de calefacción el edificio que estamos estudiando se encuentra un 189% por encima del edificio referencia creado por el código técnico debido a que cuando se edificio no se contemplaban los valores del CTE y no se tenían en cuenta estos criterios constructivos. El objetivo del estudio es intentar ajustar estos márgenes para evitar esta perdida tan grande y si no se consigue llegar al cumplimiento del CTE al menos paliar esta gran desventaja. En cuanto a refrigeración vemos que el edificio cumple e incluso esta un 20% por debajo del edificio de referencia creado por Líder.

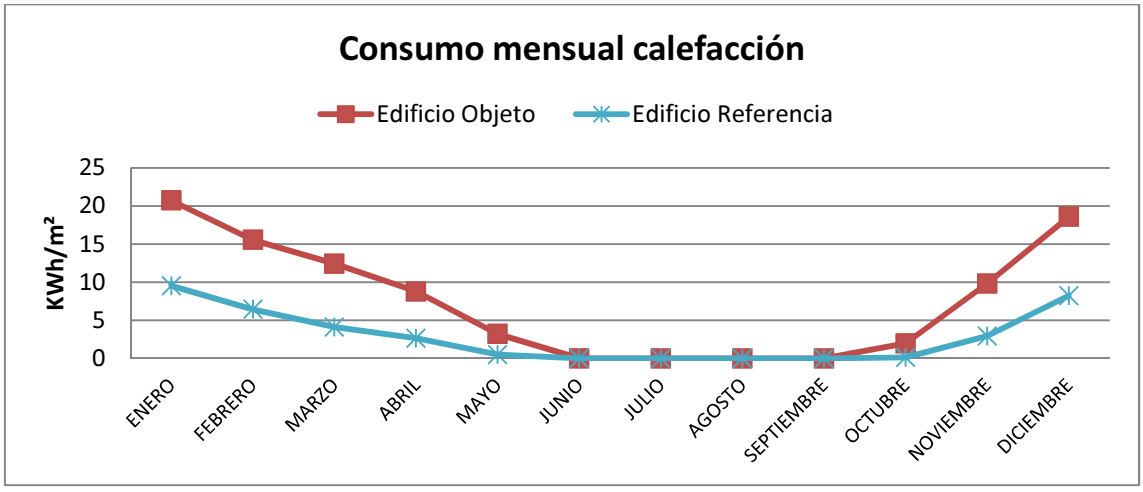
En el informe principal líder no trata con valores térmicos, sino como hemos observado habla en porcentajes sobre un edificio de referencia. Igualmente que genera este informe, genera otro informe de datos en el que podemos ver los consumos en KWh/m² que genera el edificio para poder tener los datos estimativos y ver en que meses gastaríamos mas y tener una referencia visual y cuantitativa del gasto que genera el no tener adecuado el edificio a la normativa vigente.

A continuación podemos observar una tabla y una grafica con los datos mensuales del edificio objeto y los datos que líder considera óptimos para un edificio de la misma volumetría y oberturas respetando el CTE.

CONSUMO TOTAL DEL EDIFICIO				
MES	*CONSUMO CALEFACCIÓN (KWh/m²)*		*CONSUMO REFRIGERACIÓN (KWh/m²)*	
	Edificio Objeto	Edificio Referencia	Edificio Objeto	Edificio Referencia
Enero	20,718	9,519	0	0
Febrero	15,547	6,450	0	0
Marzo	12,422	4,112	0	0
Abril	8,761	2,641	0	0
Mayo	3,216	0,50	0	0
Junio	0	0	0	0,439
Julio	0	0	3,194	3,733
Agosto	0	0	3,88	4,388
Septiembre	0	0	1,667	2,475
Octubre	1,975	0,116	0	0
Noviembre	9,813	2,939	0	0
Diciembre	18,568	8,2325	0	0
CON. ANUAL	**91,021**	**34,510**	**8,745**	**11,034**

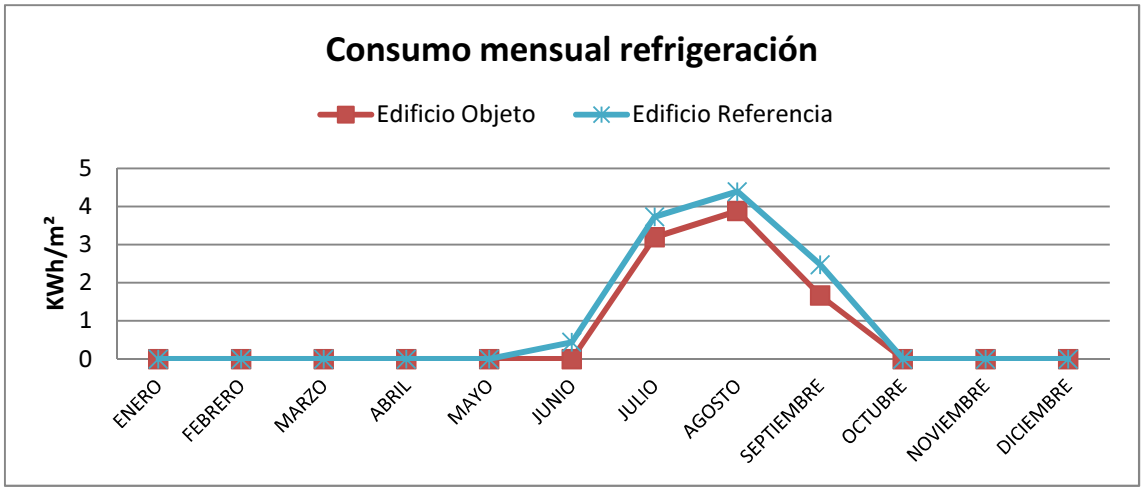
Tabla 4.2 – Consumo total del edificio

El consumo máximo en la actualidad en España para edificios es de 50 KWh/m², por tanto observamos que casi doblamos la cifra con el edificio sin ninguna actuación. Esto es debido a la inexistencia de capas aislantes en toda la envolvente del edificio y a un acristalamiento que no evita la fuga de calor. La perdida de calor es tan evidente que en el apartado de refrigeración observamos que el edificio objeto esta por debajo del de referencia.



Gráfica 4.1 – Consumo mensual calefacción

En esta grafica se aprecia la diferencia que existe entre el edificio objeto y el edificio de referencia mensualmente. Podemos observar que en los meses estivales el consumo tiende a cero para volverse a elevar en los meses invernales.



Gráfica 4.2 – Consumo mensual refrigeración

Grafica del consumo de refrigeración de los edificios de objeto y demanda. Como ya comentábamos, en este caso el edificio objeto estaría por debajo en cuanto consumo que el edificio de referencia gracias a su poca resistencia térmica.

5. INTERVENCIÓN SOBRE LA ENVOLVENTE

5.1 Fachada

Por superficie es el elemento principal en la actuación sobre la envolvente del edificio. Podemos identificar diferentes actuaciones en fachada cuyo principal objetivo es conseguir un confort térmico para evitar la perdida de calor en la masa más importante del edificio. Podemos clasificar en dos grandes bloques la actuación a realizar. Estos dos grandes bloques van relacionados con el tipo de actuación y la colocación de la masa aislante. Estos grupos son la **actuación por el interior**, en la que el aislante se colocaría por el interior de la vivienda. La otra opción sería la **actuación por el exterior**, en la que el aislante se colocaría por el exterior del cerramiento principal.

En el grupo de las actuaciones por el exterior podemos subdividirlo en dos partes importantes que diferencian el trato que recibe el cerramiento exterior. El grupo que englobaría las **fachadas ventiladas** y por otro lado todo el resto de actuaciones directas sobre el cerramiento principal como el tratamiento de la fachada con morteros térmicos o sistemas ETICS (External thermal insulation composite systems).

La colocación del aislamiento en si misma para la transmitancia térmica no afecta para nada la colocación ya sea en el interior o en el exterior. Pero la inercia térmica del cerramiento si que se ve fuertemente afectada por su colocación. Y podemos considerar la elección de un sistema u otro en función del rendimiento que esperemos de cada cerramiento. Por ejemplo si tenemos un espacio, vivienda, oficina… en la que solo se residen ciertas horas del día y lo que buscamos es un confort rápido para el acondicionamiento del espacio se debería escoger un aislamiento interior ya que no debe calentar toda la masa del cerramiento ya que como tenemos el aislante por la parte interior no deja que se fugue el calor hacia los cerramientos. En cambio si es una vivienda de uso diario y necesitamos un grado de confort durante todo el día se debería elegir un aislante por el exterior del cerramiento para que toda la masa del cerramiento actuara como un gran acumulador de calor que nos haga una inercia térmica lo más cálida posible. A parte de este ejemplo hay muchos factores que condicionaran la elección de un sistema en referencia con otro ya que todos tienen sus ventajas e inconvenientes, ya sea por precio, eficacia o dificultad constructiva.

5.1.1 Análisis de los sistemas de actuación posibles

Para poder tener una visión mas adecuada de las ventajas y desventajas de cada tipo de intervención a continuación se muestra una tabla con ventajas y desventajas de cada tipo para poder elegir un sistema u otro en función de nuestras necesidades.

Los tipos que analizaremos son:

- Actuación en interior de vivienda
- Actuación en la parte exterior con morteros térmicos o sistemas ETICS
- Actuación en la parte exterior con fachada ventilada

SISTEMA DE ACTUACIÓN INTERIOR	
Ventajas	**Inconvenientes**
Rapidez de ejecución en viviendas pequeñas	Perdida de superficie útil
No condiciona el acabado exterior, valido para viviendas con fachadas protegidas	Inercia térmica desfavorable por la colocación interior del aislante
No se necesitan instalación de medios auxiliares	Solución compleja de tratamiento de puentes térmicos
Favorable en edificios de uso intermitentes debido a que se alcanza la temperatura ideal en un menor espacio de tiempo	En edificios donde existan condensaciones no es idónea su colocación debido a que puede favorecer a un aumento de estas por falta de ventilación y el contraste entre la temperatura del interior y la exterior
Permisos de obra menor o actuación puntual	Molestias a ocupantes en viviendas
Precio de ejecución menor de todos los sistemas	
PRECIO ESTIMATIVO SITEMA**: 20 a 40 €/m²**	

Tabla 5.1 – Ventajas e inconvenientes del sistema 1

SISTEMA DE ACTUACIÓN EXTERIOR	
Ventajas	**Inconvenientes**
Rapidez de ejecución en grandes superficies	Condiciona el acabado exterior en fachada
No causa molestias a los ocupantes	Necesidad de proyecto de obra
Inercia térmica favorable por la colocación exterior de la capa de aislante	Tratamiento específicos en aperturas para evitar puentes térmicos
Solución a los puentes térmicos	Montaje de estructuras auxiliares
Conserva la superficie útil de la vivienda	Fragilidad contra impactos y actos vandálicos
Consigue la transpiración en fachada evitando las condensaciones intersticiales en los cerramientos.	Aumento del espesor de la línea de fachada en al menos 6cm
Aislamiento acústico frente al exterior	Diseño de juntas de dilatación del material para evitar roturas o fisuras.
Menos dilataciones estructurales	Solicitud de obra mayor y licencias de ocupación
Mas económico que las fachadas ventiladas	Mantenimiento en caso de rotura (parches)
PRECIO ESTIMATIVO SITEMA**: 50 a 100 €/m²**	

Tabla 5.2 – Ventajas e inconvenientes del sistema 2

SISTEMA DE ACTUACIÓN FACHADA VENTILADA	
Ventajas	**Inconvenientes**
Rapidez de ejecución en grandes superficies	Condiciona el acabado exterior en fachada
No causa molestias a los ocupantes	Necesidad de proyecto de obra
Inercia térmica favorable por la colocación exterior de la capa de aislante	Tratamiento específicos en aperturas para evitar puentes térmicos
Solución a los puentes térmicos	Montaje de estructuras auxiliares
Conserva la superficie útil de la vivienda	Costes elevados de montaje y materiales
Consigue la transpiración en fachada evitando las condensaciones intersticiales en los cerramientos.	Aumento del espesor de la línea de fachada en al menos 6cm
Aislamiento acústico frente al exterior	Costes elevados de material de reposición
Menos dilataciones estructurales	Solicitud de obra mayor y licencias de ocupación
Facilidad de mantenimiento y sustitución	Montadores muy especializados para correcta ejecución y replanteo
Multitud de diseños y materiales para fachada	
PRECIO ESTIMATIVO SITEMA**: 170 a _ €/m²**	

Tabla 5.3 – Ventajas e inconvenientes del sistema 3

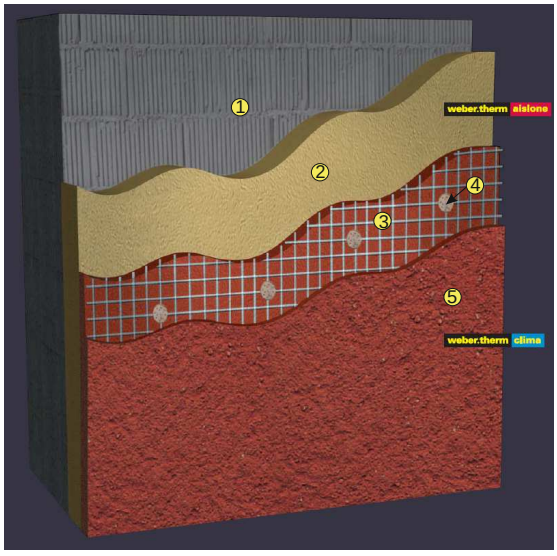
5.1.2 Cerramientos propuestos

Para la selección de fachada se han buscado dos soluciones posibles. Una solución exterior con morteros térmicos y otra de fachada ventilada. No se ha presentado ninguno de actuación interior debido a la complejidad de realizar una actuación interior en todo el edificio y a que uno de los puntos fuertes de la intervención a realizar será la de tratar los diferentes puentes térmicos que comprende el sistema de fachada.

Para escoger que sistema puede ser más práctico realizaremos una descripción de los dos sistemas, veremos a nivel térmico como se comporta cada uno, el rendimiento de tiempo en el que se puede realizar y el precio que tiene cada actuación.

5.1.2.1 Sistema de morteros térmicos, ***weber.therm MINERAL***

Sistema de mortero térmico de la marca comercial weber. Se trata de un sistema aplicable sobre cerramientos cerámicos o prefabricados, como es nuestro caso a estudio, y que se puede utilizar tanto en obra nueva como en rehabilitaciones de fachadas. Es una mezcla de dos morteros un mortero corrector térmico de espesores comprendidos entre 2 y 6cm y un mortero de acabado que puede ser de diferentes tipos, acabado liso, rugoso, acrílico etc. que el fabricante nos ofrece también en diversas gamas de colores.



Numeración de Capas	
NUMERO	*MATERIAL*
1	Material de soporte
2	Weber.therm Aislone
3	Weber.therm malla 200
4	Weber.therm espiga
5	Weber.therm clima

Tabla 5.4 – Clasificación de capas de materiales

1) El soporte, parte sobre la cual se sostendrá el sistema weber.therm mineral. Este sistema es el adecuado para ser utilizado en rehabilitaciones pero el fabricante insta a tener especial cuidado sobre la superficie sobre la que se va a adherir el material ya que el soporte debe ser resistente y no estar en un estado inestable. En caso de ser necesario se hará una intervención previa para retirar los soportes en mal estado y así evitar futuros desperfectos o fallos en la ejecución.

2) El mortero aislante weber.therm Aislone es el que nos proporciona la base aislante con una conductividad térmica (λ) 0,05 W/m·k . El espesor mínimo para garantizar el agarre del material es de 30mm y pudiendo llegar hasta un espesor máximo de 60mm que se debería realizar en dos manos. Para poder garantizar la correcta ejecución en el secado se procederá a dejar un día por cada centímetro de grosor que hayamos aplicado.

3) La malla weber.therm malla 200 es una malla de fibra de vidrio que nos garantiza una rigidez en cuanto a flexión, compresión y a la aparición de fisuras por dilataciones o retracciones del material.

4) Las espigas sirven para la correcta sujeción de la malla, colocándose cada m^2 aproximadamente.

5) El acabado como ya hemos comentado antes tiene diferentes opciones. Para este caso se ha tenido un mortero weber.therm clima que evita las filtraciones de agua creando una capa impermeable pero permitiendo la transpiración del cerramiento interior, lo que otorga un grado más bajo de mantenimiento de la fachada con el paso del tiempo.

Si añadimos las capas de material junto con las capas obtenemos la siguiente tabla:

MATERIAL DEL CERRAMIENTO	ESPESOR (m)	λ (W/mK)	R (W/m^2K)
Capa de aire exterior			0,0400000
Weber.therm CLIMA	0,01	0,47	0,0212765
Weber.therm AISLONE	0,06	0,05	1,20
Hormigón armado prefabricado	0,13	2,3	0,0565217
Yeso de dureza media	0,02	0,3	0,0666667
Capa de aire interior			0,1300000
TOTAL:	0,22		1,5384615
TRANSMITANCIA TERMICA U=1/Rt (W/m^2K)			**0,65**

Tabla 5.5 – Sumatorio térmico de materiales

Como podemos observar la transmitancia térmica disminuye considerablemente de ***3,41*** a ***0,65 W/m²k*** y el espesor del cerramiento aumenta de ***15cm*** a ***22cm.*** Para tener una referencia de si el cerramiento nos va a funcionar con una determinada transmitancia térmica tenemos la tabla 2.2 de valores límite de los parámetros característicos medios del DB-HE1 del CTE.

ZONA CLIMÁTICA C2

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	**U_{Mlim}: 0,73 W/m^2K**
Transmitancia límite de suelos	**U_{Slim}: 0,50 W/m^2K**
Transmitancia límite de cubiertas	**U_{Clim}: 0,41 W/m^2K**
Factor solar modificado límite de lucernarios	**F_{Llim}: 0,32**

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos[1] U_{Hlim} W/m^2K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
					Carga interna baja			Carga interna alta		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	0,60	-	-
de 31 a 40	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	-	-	-	0,47	-	0,51
de 41 a 50	2,4 (2,6)	2,8 (3,0)	3,6 (3,8)	3,6 (3,8)	0,59	-	-	0,40	0,58	0,43
de 51 a 60	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	3,5 (3,6)	0,51	-	0,55	0,35	0,52	0,38

[1] En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada U_{Mm}, definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,52 W/m^2K se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis para las zonas climáticas C1, C2, C3 y C4.

El presupuesto de ejecución material del ejecutar la partida de fachada según la base de datos del generador de precios, descomponiendo la partida en materiales y ejecución

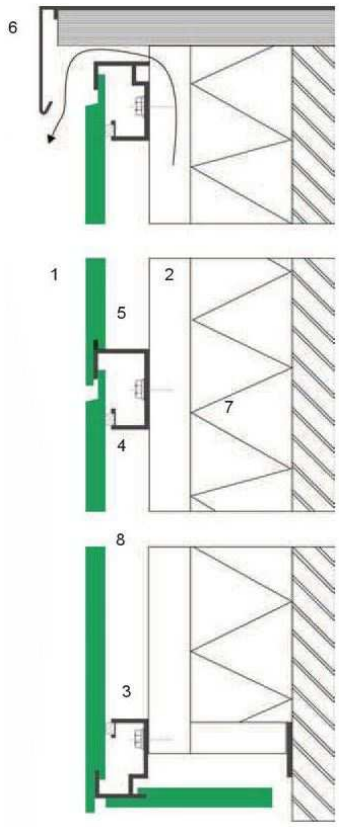
Partida	Ud.	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
Aislamiento térmico y revestimiento mineral de fachadas, por su cara exterior, con el sistema weber.therm Mineral "WEBER CEMARKSA", formado por dos capas de mortero termoaislante weber.therm Aislone "WEBER CEMARKSA", de 60 mm de espesor, armado y reforzado con malla de fibra de vidrio antiálcalis incluso en los cambios de material, y una capa de mortero monocapa Weber.pral Terra "WEBER CEMARKSA", acabado liso, color Polar, de 10 mm de espesor**.**	Kg	Mortero termoaislante weber.therm Aislone "WEBER CEMARKSA", compuesto de conglomerantes hidráulicos, cargas minerales, aligerantes, fibras de vidrio de alta dispersión y aditivos especiales.	15,000	1,50	22,50
	m	Junquillo de PVC.	0,750	0,35	0,26
	m	Perfil de PVC rígido para formación de aristas en revestimientos de mortero monocapa.	1,250	0,37	0,46
	m²	Malla de fibra de vidrio, de 10x10 mm de luz, antiálcalis, de 200 a 250 g/m² de masa superficial y 750 a 900 micras de espesor, con 25 kp/cm² de resistencia a tracción, para armar morteros monocapa.	1,260	2,41	3,04
	kg	Mortero monocapa Weber.pral Terra "WEBER CEMARKSA", acabado liso, color Polar, compuesto de cemento blanco, cal, hidrófugos a base de siloxano, áridos de granulometría compensada, aditivos orgánicos y pigmentos minerales, tipo OC CSIII W2 según UNE-EN 998-1.	16,000	0,51	8,16
	h	Oficial 1ª revocador.	0,355	15,67	5,56
	h	Ayudante revocador.	0,355	14,70	5,22
	h	Peón especializado revocador.	0,379	14,89	5,64
	%	Medios auxiliares	2,000	50,84	1,02
	%	Costes indirectos	3,000	51,86	1,56
Coste de mantenimiento decenal: 2,67 € en los primeros 10 años.			**Total: €/m²**		**53,42**

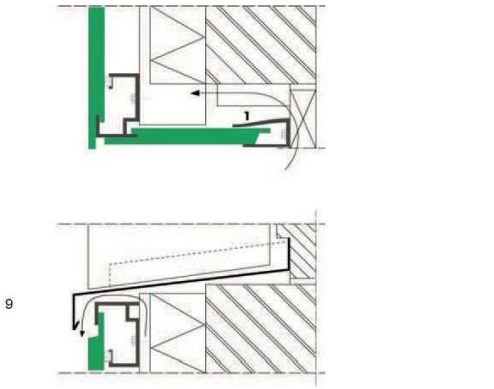
Tabla 5.6 – Presupuesto sistema Weber

5.1.2.2 Sistema fachada ventilada, ***placas TRESPA_MeteonFR***

Sistema de fachada ventilada de placas de resinas termoendurecidas del fabricante TRESPA que nos ofrecen una gran resistencia y un bajo mantenimiento. El sistema de fachadas ventiladas se puede usar tanto den edificación de obra nueva como en la rehabilitación. Abriendo un gran abanico en cuanto a diseño ya que existen en el mercado infinidad de acabados, textura, colores e incluso formas. El sistema de fachada ventilada nos ofrece una cámara de aire permanentemente ventilada. Como ya conocemos el mejor sistema aislante es el aire por tanto la creación de la cámara de aire entre el cerramiento exterior y el aislante nos permite disponer del mejor aislamiento posible.

Existen diferentes sistemas de anclaje de sobre el paramento hay sistemas sobre subestructuras de madera o con subestructuras de metal galvanizado. Dependiendo de la subestructura que tengamos hay diferentes sistemas de sujeción de placas. Hay sistemas de sujeción vistos y sistemas de fijación oculta, que a nivel estético otorgan un gran acabado.





Numeración de Capas	
NUMERO	*MATERIAL*
1	Placa TRESPA METEON FR
2	Montantes verticales
3	Perfil de arranque TS301
4	Perfil universal TS302
5	Punto fijo
6	Remate de coronación
7	Aislante térmico URSA Air 2021
8	Cámara de aire
9	Vierteaguas prefabricado

Tabla 5.7 – Clasificación de capas de materiales

1) Placa multicolor de resinas termoendurecidas con una resistencia a la flexión de 120 N/mm² es un material muy resistente diseñado para una elevada longevidad y así contrarrestar el elevado coste del sistema. Son fácilmente moldeables para la adaptación a las jambas de las ventanas o entregas entre placas. En la colocación de placas se tendrá en cuenta dejar una holgura aproximada de 10mm por metro entre placas para que estas puedan absorber la dilatación y no creen tensiones entre placas

2) Los montantes verticales o subestructuras son el elemento más delicado de todo el montaje de la fachada ya que deberá estar correctamente alineada entre montantes y a la vez garantizar una fijación con el soporte principal. Se deberán colocar los rastreles cada 600mm.

3) El perfil de arranque, de fijación oculta, se utiliza para el arranque de la fachada y en los dinteles de las ventanas debido a que permiten la colocación de piezas en ángulo de 90º.

4) El perfil universal, de fijación oculta, se utiliza para todas las juntas horizontales y para el cierre superior de fachadas. Estos perfiles tienen unas perforaciones de desagüe para evitar el almacenaje del agua en caso de lluvia para evitar posibles patologías corrosivas.

7) El aislante térmico se debe colocar igualmente y nos proporciona junto con la cámara de aire una capa que hace que en el conjunto del cerramiento la transmitancia térmica se reduzca considerablemente.

8) La cámara de aire esta diseñada para que haya un flujo constante de aire en circulación impidiendo que haya un flujo de calor o frio que cruce. Este efecto conocido como el efecto

chimenea por el cual el aire asciende por la diferencia de presión no garantiza un aislante extra para obtener un confort mas elevado. Es importante la que en la ejecución de obra se controlen las oberturas entre placas, superiores e inferiores para garantizar este efecto.

Si añadimos las capas de material junto con las capas obtenemos la siguiente tabla:

MATERIAL DEL CERRAMIENTO	ESPESOR (m)	λ (W/mK)	R (W/m²K)
Capa de aire exterior			0,0400000
Placa TRESPA METEON FR	0,01		
Cámara de aire	0,05	0,55	0,0212765
Aislante térmico URSA Air 2021 (manta térmica)	0,06	0,042	1,20
Hormigón armado prefabricado	0,13	2,3	0,0565217
Yeso de dureza media	0,02	0,3	0,0666667
Capa de aire interior			0,1300000
TOTAL:	0,27		1,8181818
TRANSMITANCIA TERMICA U=1/Rt (W/m²K)			**0,55**

Tabla 5.8 – Sumatorio térmico de materiales

Como podemos observar la transmitancia térmica disminuye considerablemente de ***3,41*** a ***0,55 W/m²k*** y el espesor del cerramiento aumenta de ***15cm*** a ***27cm.*** Según la tabla 2.2 de valores límite de los parámetros característicos medios del DB-HE1 del CTE como hemos comprobado con el cerramiento anterior, la transmitancia limite en muros debería ser inferior a ***0,73 W/m²k*** por tanto cumpliríamos.

El presupuesto de ejecución material del ejecutar la partida de fachada según la base de datos del generador de precios, descomponiendo la partida en materiales y ejecución

Partida	Ud.	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
Hoja exterior de sistema de fachada ventilada de 8 mm de espesor, de placa de resinas termoendurecibles para fachada ventilada, Meteon FR "TRESPA", de 1500x500x8 mm, acabado Rojo Carmín, textura satinada "Satín", colocada con modulación horizontal mediante el sistema TS300 de fijación oculta mecanizada sobre una subestructura de aluminio**.**	m²	Placa de resinas termoendurecibles para fachada ventilada, Meteon FR "TRESPA", de 1500x500x8 mm, acabado Rojo Carmín, textura satinada "Satín", colocada con modulación horizontal mediante el sistema TS300 de fijación oculta mecanizada sobre una subestructura de aluminio, incluso p/p de perfil de aluminio TS301 de arranque de fachada, perfil de aluminio TS302 en el resto del entramado estructural y mecanización de la placa superior e inferiormente.	1,050	117,26	123,12
	h	Oficial 1ª montador.	0,785	16,18	12,70
	h	Ayudante montador.	0,785	14,70	11,54
	%	Medios auxiliares	2,000	50,84	1,02
	%	Costes indirectos	3,000	51,86	1,56
Coste de mantenimiento decenal: 26,58 € en los primeros 10 años.			**Total: €/m²**		**156,33**

Tabla 5.9 – Presupuesto sistema Trespa

5.1.3 Justificación y selección

Como hemos observado los dos sistemas cumplen con su función sobradamente ya que reducen la transmitancia térmica del cerramiento, que inicialmente era de ***3,41 W/m²k*** a ***0,65 W/m²k*** en el sistema de morteros térmicos y de ***0,55 W/m²k*** en el sistema de fachada ventilada. Por tanto la fachada ventilada es un 10% más eficiente que el sistema de morteros térmicos.

Figura 5.1 – Sistema Weber.therm MINERAL

Figura 5.2 – Sistema Trespa_Meteon FR

En cuanto a diseño podemos conseguir un diseño los dos sistemas logran un acabado muy homogéneo, igualmente sujeto al equipo que lo efectúe. El sistema de fachada ventilada con sus placas de resina termoendurecida nos ayuda a conseguir un acabado más creativo dando lugar a diferentes figuras y formas, en cambio la fachada con morteros térmicos, nos otorga un acabado limpio y minimalista. Por tanto podemos decir que los dos sistemas representan a un estándar de diseño actual.

El precio, es aquí cuando podemos observar las mayores diferencias ya que la fachada con morteros térmicos ronda los ***54 €/m*** el sistema de fachada ventilada casi triplica el coste de ejecución ya que su precio es de ***156 €/m*** y teniendo en cuenta que estamos hablado de una rehabilitación de un edificio donde se puede decir que prácticamente todos los ocupantes pertenecen a la clase obrera.

En conclusión, no se justifica la elección del sistema de fachada ventilada por reducir un 10% la transmitancia térmica cuando para poder llevarlo a cabo el precio se triplica ya que va a penalizar mucho la amortización de la rehabilitación energética, que es un objetivo básico y fundamental, ya que una gran parte del objetivo de estas actuaciones es el ahorro que se puede conseguir utilizando estos sistemas. Por tanto el sistema elegido para proponer la actuación en fachada es la del sistema ***weber.therm.mineral***.

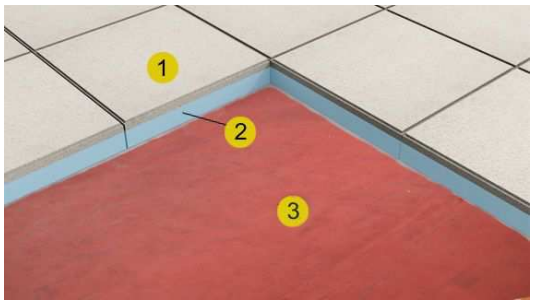
5.2 Cubierta

La cubierta es un elemento muy a tener en cuenta ya que tiene dos aspectos importantes, primero garantizar la impermeabilidad para evitar la filtración del agua, ya que es la parte que más expuesta queda a este agente atmosférico. Y por otra parte se encarga de impedir la fuga o entrada de calor.

Nuestro edificio dispone de cubierta plana con lo cual actúa como un gran acumulador de calor ya que los rayos de sol inciden sobre la cubierta durante todo el día puesto que no tienen ningún edificio más alto que les de sobra. Todo este calor en los meses estivales genera una gran cantidad de calor que al no estar aislada térmicamente se transmite hacia las viviendas que se encuentran debajo de la cubierta.

5.2.1 Sistema de losa + aislante, ***Texlosa***

El fabricante texsa ofrece una solución en cubiertas con un material, llamado texlosa, que consta de fusionar en una sola pieza el material aislante y el acabado en una misma pieza. Esto es una facilidad ya que el material se puede colocar sobre un pavimento que se encuentre en buen estado fijándolo con un mortero cola especial para exteriores. Este procedimiento resulta muy ventajoso ya que no nos vemos obligados a la extracción de ningún material de cubierta pudiendo ocasionar desperfectos en la capa impermeable puesto que lo único que se realiza es un añadido de material.



Numeración de Capas	
NUMERO	*MATERIAL*
1	Mortero poroso 35mm
2	Polestireno extruido 60mm
3	Pavimento existente

Tabla 5.10 – Clasificación de capas de materiales

1-2) Losa compuesta por dos capas de material una parte exterior que es la acabada que nos ofrece dureza y resistencia, fabricada con morteros con áridos especiales y otra capa de poliestireno extruido (XPS) que nos otorga una capa de aislamiento tanto acústico como térmico. Con una resistencia térmica de ***1,757 w /m²K*** que sumado al resto de materiales que forman la cubierta consigues una transmitancia térmica adecuada en cumplimiento del DB-HE1 del CTE.

3) El pavimento o soporte sobre el cual se colocaran las losas debe estar libre de desperfectos para evitar problemas de agarre o roturas por tanto la superficies si presenta desprendimientos o roturas deberá ser saneada con un mortero bajo en retracción y sin áridos.

Si añadimos las capas de material junto con las capas obtenemos la siguiente tabla:

MATERIAL DEL CERRAMIENTO	ESPESOR (m)	λ (W/mK)	R (W/m²K)
Capa de aire exterior			0,0400000
Losa de 95mm "TEXLOSA"	0,095	0,0529	1,795
Mortero de Cemento Portland	0,01	0,55	0,0181818
Plaqueta Cerámica Roja	0,02	1,00	0,0200000
Mortero de Cemento Portland	0,02	0,55	0,0363636
Lamina de Asfalto impermeabilizante	0,008	0,7	0,0114285
Viguetas alveolares	0,30	1,618	0,1854141
Yeso de dureza media	0,02	0,3	0,0666667
Capa de aire interior			0,1000000
TOTAL:	0,53		2,439024
TRANSMITANCIA TERMICA U=1/Rt (W/m²K)			0,41

Tabla 5.11 – Sumatorio térmico de materiales

Como podemos observar la transmitancia térmica disminuye considerablemente de ***2,04*** a ***0,41 W/m²k*** y el espesor del cerramiento aumenta de ***37 cm*** a ***53 cm.*** Para tener una referencia de si el sistema nos va a funcionar con una determinada transmitancia térmica comprobamos en la tabla 2.2 de valores límite de los parámetros característicos medios del DB-HE1 del CTE.

ZONA CLIMÁTICA C2

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	U_{Mlim}: 0,73 W/m²K
Transmitancia límite de suelos	U_{Slim}: 0,50 W/m²K
Transmitancia límite de cubiertas	U_{Clim}: 0,41 W/m²K
Factor solar modificado límite de lucernarios	F_{Llim}: 0,32

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos[1] U_{Hlim} W/m²K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
					Carga interna baja			Carga interna alta		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	0,60	-	-
de 31 a 40	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	-	-	-	0,47	-	0,51
de 41 a 50	2,4 (2,6)	2,8 (3,0)	3,6 (3,8)	3,6 (3,8)	0,59	-	-	0,40	0,58	0,43
de 51 a 60	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	3,5 (3,6)	0,51	-	0,55	0,35	0,52	0,38

[1] En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada U_{Mm}, definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,52 W/m²K se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis para las zonas climáticas C1, C2, C3 y C4.

El presupuesto de ejecución material del ejecutar la partida de fachada según la base de datos del generador de precios, descomponiendo la partida en materiales y ejecución

Partida	Ud.	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
Solado con baldosas texlosa formada por una capa de aislamiento térmico de poliestireno extruido de 60 mm de espesor y protegida con una capa de 35mm de mortero poroso. Recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para exteriores, con resinas especiales, color gris y rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG1, para junta abierta (entre 3 y 15 mm), con la misma tonalidad de las piezas**.**	kg	Adhesivo cementoso de uso exclusivo para exteriores, con resinas especiales, color gris.	3,000	0,22	0,66
	m²	Baldosa aislante formada por una capa de aislamiento térmico de poliestireno extruido de 60 mm de espesor autoprotegida en su cara superior con una grueso de mortero poroso de 35 mm de espesor tipo TEXLOSA R /35 Gris.	1,050	36,17	37,98
	Ud	Cruceta de PVC.	14,000	0,02	0,28
	kg	Mortero de juntas cementoso, CG1, para junta abierta entre 3 y 15 mm, según UNE-EN 13888.	0,300	0,50	0,15
	h	Oficial 1ª solador.	0,220	19,50	4,29
	h	Ayudante solador.	0,220	17,50	3,85
	%	Medios auxiliares	2,000	47,21	0,94
	%	Costes indirectos	3,000	48,15	1,44
Coste de mantenimiento decenal: 3,89 € en los primeros 10 años.			**Total: €/m²**		**49,59**

Tabla 5.12 – Presupuesto sistema Texlosa

5.2.2 Justificación

La elección de este cerramiento se comprenda ya que es un sistema no invasivo, lo cual significa que podemos actuar sobre la propia cubierta existente evitando así todo el coste que supone la eliminación del pavimento, con el riesgo que conlleva realizar alguna perforación en la capa impermeabilizante ya que con el tiempo es un material que se rigidiza y cualquier movimiento lo podría llegar a fracturar y luego habría que sumar la colocación del aislante, una capa de nivelación y volver a colocar el pavimento. Por tanto es una solución en cuanto a ejecución mucho más practica ya que la cubierta no presenta patologías. Este sistema se ejecutara siempre i cuando la capa de impermeabilización se encuentre en buen estado, ya que la impermeabilización con el paso del tiempo y la acción del sol pierde su eficacia cuarteándose y pudiendo aparecer fisuras.

El precio de ejecución puede parecer un poco elevado per si tenemos en cuenta el precio por metro del presupuesto de ejecución material, ***49,59 €/m²***, pero teniendo en cuenta toda la parte de obra con su respectivo coste, la inversión en este material y su colocación queda justificada.

A nivel térmico vemos que cumple con la exigencia de CTE en la tabla 2.2 de valores límite de los parámetros característicos medios del DB-HE1, que nos marca que la U_{clim} , en la zona C2, debe ser igual o inferior a ***0,41 W/m²k*** y la colocación de este material, nos igualaría este registro. Igualmente cuando se introduzcan los valores en el programa líder se vera si cumplen o no.

5.3 Pavimento en contacto con el terreno (solera)

Este elemento pertenece a la envolvente térmica ya que la solera esta en contacto directo con el terreno, al igual como sucede con la cubierta. Los únicos afectados por esta actuación son los ocupantes de la planta baja. La solera es un elemento en edificación que puede conlleva graves deficiencias térmicas si no es tratada correctamente. Según la consulta en el departamento de urbanismo de Hospitalet de Llobregat, estas soleras solamente están tratadas con una capa de gravas de entre 15 y 20cm y una losa de 20cm de espesor. Por tanto se propondrá una actuación sobre la solera para acondicionarla térmicamente.

Esta actuación requiere el desalojo de los ocupantes de la vivienda ya que hay que eliminar el pavimento para poderlo tratar ya que no se puede actuar por encima de pavimento existente debido a que no respetaríamos la altura mínima. Se deberá actuar estancia por estancia ya que no se contempla derribar la tabiquería interior. Para conseguir un correcto aislamiento térmico se debería actuar bajo la solera para conseguir una mejor inercia térmica manteniendo la masa de hormigón de la solera aislada del contacto con las tierras.

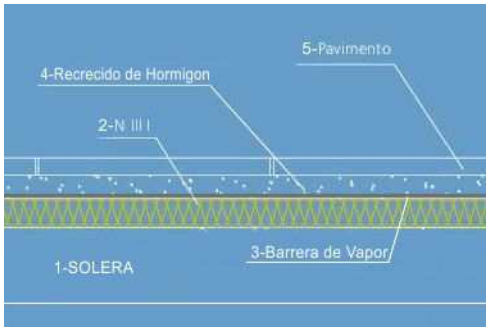
5.3.1 Sistemas propuestos

Inicialmente se proponían dos posibles soluciones. Las dos actuaciones eran bastante similares, una era el tratamiento de la solera con un sistema reflexivo, que nos otorgaba un margen de trabajo muy amplio ya que tenía un espesor mínimo (18mm). El sistema ha sido descartado una vez realizado diferentes comprobaciones debido a que la reflexión térmica se basa en la capacidad de un aislamiento de reflejar las ondas de calor o de frío. Estas ondas generan un calor y si no hay una ventilación como una cámara de aire es muy propensa a formarse humedades. Hay muchos fabricantes que proponen esta solución en soleras, la única diferencia es que es bajo la solera y en nuestro caso a estudio este sistema queda descartado debido a que actuaremos sobre la solera y es una zona donde no se pueden formar humedades ya que nos afectarían en la vivienda.

Por tanto el sistema reflexivo queda descartado y nos centramos en la colocación de un aislamiento de poliestireno extruido y una barrera de vapor para evitar problemas de capilaridad y eflorescencias.

5.3.1.1 Sistema de **aislante XPS y barrera de vapor URSA**

Este sistema evitaría la existencia de humedades y conseguiría un aislamiento térmico de la solera debido a la acción conjunta de la capa de aislante URSA XPS NIII-L de 5cm, más una lamina de polietileno de 0,2mm de espesor. Previamente a la colocación de los materiales se debe llevar a cabo el derribo del pavimento existente y su capa de nivelación. Una vez retirado todos los escombros, limpiado y homogeneizado de la superficie se procederán a colocar los sistemas de aislamiento.



Numeración de Capas	
NUMERO	*MATERIAL*
1	Solera de 25cm
2	Poliestireno extruido 50mm
3	Barrera de Vapor
4	Capa de mortero de nivelación
5	Pavimento

Tabla 5.13 – Clasificación de capas de materiales

1) Solera existente, lo único que se debe realizar en ella es la limpieza y saneado para que haya las menores irregularidades posibles para la colocación del poliestireno.

2) El poliestireno extruido del fabricante URSA viene preparado para evitar los puentes térmicos entre placas con un machihembrado. Son fácilmente adaptables a todos los espacios y rincones que nos encontremos.

3) La barrera de vapor nos permitirá evitar la aparición de humedades por capilaridad y la aparición de eflorescencias. Esto es debido a que evitan que pase el vapor (caliente) a otra capa en contacto con el terreno (fría) y que aparezca la humedad. Es una lámina que no nos afecta en cuanto a espesor ya es de 0,2mm.

4) La capa de nivelación del pavimento tiene dos funciones, la de nivelar y homogeneizar la superficie para la colocación del pavimento y la de otorgar rigidez bajo el pavimento para garantizar la fijación de las placas de aislamiento. También se suele utilizar para el paso de instalaciones de calefacción o cableado. El fabricante recomienda un mínimo de 4cm, pero para evitar la aparición de fisuras y que aparezcan problemas durante la vida del pavimento, trabajaremos con un espesor de 8cm para otorgarle una resistencia óptima.

5) La capa de acabado puede ser cualquiera que se encuentre en el mercado actual y colocada con un cemento cola para interiores.

Si añadimos las capas de material junto con las capas obtenemos la siguiente tabla:

MATERIAL DEL CERRAMIENTO	ESPESOR (m)	λ (W/mK)	R (W/m²K)
Capa de aire exterior			0,0400000
Gres Calcáreo de alta dureza	0,015	1,90	0,0078947
Mortero de Cemento cola para interior	0,02	0,55	0,0363636
Hormigón celular autonivelante	0,08	0,29	0,2758620
Barrera de vapor	0,0002	499	0,0000004
Aislante URSA XPS III L	0,05	0,034	1,4705882
Hormigón armado para solera	0,25	2,3	0,1086956
Gravas drenaje solera	0,15	2	0,075
Capa de aire interior			0,1700000
TOTAL:	0,57		2,1276595
TRANSMITANCIA TERMICA U=1/Rt (W/m²K)			**0,47**

Tabla 5.14 – Sumatorio térmico de materiales

Con esta actuación conseguimos que la transmitancia térmica disminuya considerablemente ya que inicialmente teníamos ***2,53*** y ahora pasa a ser de ***0,47 W/m²k*** y el espesor del cerramiento aumenta de ***51 cm*** a ***56 cm.*** Comprobamos en la tabla 2.2 de valores límite de los parámetros característicos medios del DB-HE1 del CTE para ver sobre que valor debemos estar y como muestra la tabla estaríamos por debajo del valor de ***0,50 W/m²k*** .

ZONA CLIMÁTICA C2

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	**U_{Mlim}: 0,73 W/m²K**
Transmitancia límite de suelos	**U_{Slim}: 0,50 W/m²K**
Transmitancia límite de cubiertas	**U_{Clim}: 0,41 W/m²K**
Factor solar modificado límite de lucernarios	**F_{Llim}: 0,32**

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos[1] U_{Hlim} W/m²K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
					Carga interna baja			Carga interna alta		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	0,60	-	-
de 31 a 40	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	-	-	-	0,47	-	0,51
de 41 a 50	2,4 (2,6)	2,8 (3,0)	3,6 (3,8)	3,6 (3,8)	0,59	-	-	0,40	0,58	0,43
de 51 a 60	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	3,5 (3,6)	0,51	-	0,55	0,35	0,52	0,38

(1) En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada U_{Mm}, definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,52 W/m²K se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis para las zonas climáticas C1, C2, C3 y C4.

El presupuesto de ejecución material del ejecutar la partida de fachada según la base de datos del generador de precios, descomponiendo la partida en materiales y ejecución

Partida	Ud.	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
Demolición de base para pavimento de mortero existente en el interior del edificio, de hasta 8 cm de espesor, con martillo neumático compresor, y carga manual de escombros sobre camión o contenedor.	h	Martillo neumático.	0,266	4,08	1,09
	h	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de caudal.	0,133	3,81	0,51
	h	Peón especializado construcción.	0,241	19,92	4,80
	h	Peón ordinario construcción.	0,391	19,25	7,53
	%	Medios auxiliares	2,000	13,93	0,28
	%	Costes indirectos	3,000	14,21	0,43
			Total: €/m²		**14,64**
Aislamiento térmico formado por panel rígido de poliestireno extruido Ursa XPS NIII L , de 50 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 1,5 (m²K)/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), colocado en la base de la solera, cubierto con un film de polietileno de 0,2 mm de espesor, preparado para recibir una solera de mortero u hormigón.	m²	Panel rígido de poliestireno extruido Ursa XPS NIII L "URSA IBÉRICA AISLANTES", según UNE-EN 13164, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 50 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 1,5 (m²K)/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), Euroclase E.	1,100	12,30	13,53
	m²	Film de polietileno de 0,20 mm de espesor.	1,100	0,16	0,18
	m	Cinta autoadhesiva para sellado de juntas.	0,400	0,30	0,12
	h	Oficial 1ª construcción.	0,138	23,02	3,18
	h	Peón ordinario construcción.	0,138	19,25	2,66
	%	Medios auxiliares	2,000	19,67	0,39
	%	Costes indirectos	3,000	20,06	0,60
			Total:		**20,66 €/m**

Partida	Ud.	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
Base para pavimento de hormigón ligero de resistencia a compresión 2,5 MPa, confeccionado en obra con arcilla expandida y cemento Portland con caliza, de 8 cm de espesor.	m³	Hormigón ligero de resistencia a compresión 2,5 MPa, de densidad 500 kg/m³, conductividad térmica 0,116 W/mK, confeccionado en obra con 1.100 litros de arcilla expandida, de granulometría entre 10 y 20 mm, densidad 275 kg/m³ y 150 kg de cemento Portland con caliza CEM II/B-L 32,5 R, según UNE-EN 197-1.	0,080	106,22	8,50
	m³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m³ de cemento y una proporción en volumen 1/6.	0,020	115,30	2,31
	m²	Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, mecanizado lateral recto, de 10 mm de espesor, resistencia térmica 0,25 (m²K)/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), para junta de dilatación.	0,050	0,92	0,05
	h	Oficial 1ª construcción.	0,332	15,67	5,20
	h	Peón ordinario construcción.	0,332	14,31	4,75
	%	Medios auxiliares	2,000	20,81	0,42
	%	Costes indirectos	3,000	21,23	0,64
			Total:		**21,87 €/m**
Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, 2/0/-/-, de 35x35 cm, 8 €/m², recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci sin ninguna característica adicional, color gris y rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG1, para junta abierta (entre 3 y 15 mm), con la misma tonalidad de las piezas.	kg	Adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci, color gris.	3,000	0,22	0,66
	m²	Baldosa cerámica de gres esmaltado 2/0/-/-, 35x35 cm, 8,00 €/m², según UNE-EN 14411.	1,050	8,00	8,40
	Ud	Cruceta de PVC.	14,000	0,02	0,28
	kg	Mortero de juntas cementoso, CG1, para junta abierta entre 3 y 15 mm, según UNE-EN 13888.	0,300	0,70	0,21
	h	Oficial 1ª solador.	0,579	15,67	9,07
	h	Ayudante solador.	0,289	14,70	4,25
	%	Medios auxiliares	2,000	22,87	0,46
	%	Costes indirectos	3,000	23,33	0,70
			Total:		**24,03 €/m**
		TOTAL			**81,20 €/m**

Tabla 5.15 – Presupuesto actuación en solera

5.3.2 Justificación

Esta medida de actuación debido a su elevado coste y a la poca incidencia sobre la media del edificio se contemplara en el presupuesto final pero como una actuación a contemplar ya que eleva el coste total de la intervención. Igualmente se proyecta la solución como la más valida una vez descartada la opción del aislamiento reflexivo. Cuando se introduzca en el programa líder se vera si se refleja en el consumo o no y si queda justificado ejecución.

En cuanto a factores térmicos al aplicar el poliestireno extruido la transmitancia térmica baja considerablemente para adaptarse a las exigencias del código técnico.

Constructivamente al eliminar la capa de pavimento y autonivelante deja suficiente margen para poder trabajar con el sistema de aislante y volver a colocar la solera, solamente afectando unos 5cm por encima del estado inicial. En caso de que fuese necesario se pueden rebajar hasta 2cm de la capa de mortero nivelante.

5.4 Carpintería exterior y cristales

La sustitución de las carpinterías y cristales normales por cristales con cámara e incluso con tratamientos para conseguir una baja emisividad son una mejora a tener en cuenta en todos los edificios. La sustitución de carpinterías por otras más eficientes aporta muchas ventajas y no solo a nivel de confort térmico sino también a nivel acústico siendo ventanas más robustas y mejor selladas lo que nos garantizan un aislamiento acústico superior.

5.4.1 Elección de Carpintería

Hay diferentes tipos de carpinterías en el mercado. El código técnico no te obliga a utilizar una en concreto sino que limita el uso de todos los tipos según la geografía donde se ubiquen las edificaciones. A más a más contempla que en función de la orientación de cada fachada y el % de huecos que tenga las transmitancias varíen para adaptarse a su ubicación con respecto al sol. Siendo más restrictivos en las caras frías para garantizar que no se pierde la temperatura.

La tabla 2.2 de valores límite de los parámetros característicos medios del DB-HE1 del CTE nos muestra para cada tipo de zona climática los parámetros a respetar. En la zona C2 por que es la que estamos tratando los valores serian los siguientes

ZONA CLIMÁTICA C2

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	**U_{Mlim}: 0,73 W/m²K**
Transmitancia límite de suelos	**U_{Slim}: 0,50 W/m²K**
Transmitancia límite de cubiertas	**U_{Clim}: 0,41 W/m²K**
Factor solar modificado límite de lucernarios	**F_{Llim}: 0,32**

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos[1] U_{Hlim} W/m²K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
					Carga interna baja			Carga interna alta		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	0,60	-	-
de 31 a 40	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	-	-	-	0,47	-	0,51
de 41 a 50	2,4 (2,6)	2,8 (3,0)	3,6 (3,8)	3,6 (3,8)	0,59	-	-	0,40	0,58	0,43
de 51 a 60	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	3,5 (3,6)	0,51	-	0,55	0,35	0,52	0,38

[1] En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada U_{Mm}, definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,52 W/m²K se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis para las zonas climáticas C1, C2, C3 y C4.

Cada material nos garantiza unos valores de transmitancia diferentes pudiéndose adaptar a cada zona de manera más eficiente.

PERFILERIA	TRANSMITANCIA U	CRISTALES	TRANSMITANCIA U
PVC 3 cámaras	1,8 W/m²·K	Monolítico 4mm	5,7 W/m²·K
PVC 2 cámaras	2,2 W/m²·K	4-6-4	3,3 W/m²·K
Madera 500 kg/m3- 60 mm	2,0 W/m²·K	4-12-4	2,9 W/m²·K
Madera 700 kg/m3- 60 mm	2,2 W/m²·K	4-16-4	2,7 W/m²·K
Metálico con RPT 12 mm	3,2 W/m²·K	4-6-4 bajo emisivo	2,5 W/m²·K
Metálico con RPT 4 mm	4,0 W/m²·K	4-12-4 bajo emisivo	1,7 W/m²·K
Metálico sin RPT	5,7 W/m²·K	4-16-4 bajo emisivo	1,4 W/m²·K

Tabla 5.16 – Características de los diferentes materiales

Como podemos observar en la tabla no por tener una carpintería con rotura de puente térmico garantizamos que nuestra ventana cumpla con el CTE por tanto se tendrán que analizar todos los factores para la elección de una ventana adecuada a la climatología de nuestra zona. Y existen infinidad de combinaciones posibles de tipos de cristales y carpinterías que cumplen con la normativa. Se deberá escoger un conjunto de carpintería y cristales equilibrado.

Datos de la ubicación de las fachadas del edificio y la Ulimite permitida por la tabla 2.2 del DB-HE1 del CTE.

ORIENTACIÓN	GRADOS	SUPERFICIE	% DE HUECOS	Ulimite
Norte	342º	480 m²	11-20	3,4 W/m^2·K
Este	73º	2980 m²	11-20	3,9 W/m^2·K
Sur	163º	480 m²	11-20	3,4 W/m^2·K
Oeste	253º	2980 m²	51-60	2,7 W/m^2·K

Tabla 5.17 – Porcentajes de huecos

Para la selección de las carpinterías se ha optado por una carpintería de PVC debido a que es el material que más aísla tanto acústica como térmicamente, tiene una vida útil más larga que el resto, un menor mantenimiento, resiste muy bien las condensaciones y es muy fácil de limpiar. En cuanto a cristalería, se ha optado por una tipo climalit con cámara de aire 4-16-4.

VENTANA	ORIENTACIÓN	CRISTALES	MARCO	% HUECO	U (W/M²K)	FACTOR SOLAR	REDUCCIÓN ACUSTICA
H1	Norte / Sur	Tipo climalit con cámara de aire 4-16-4 U= 2,7 W/m²K	PVC de doble cámara U= 1,3 W/m²K	0,53	2,00	-	33 dB
H2	Este			0,62	1,80	-	34 dB
H3	Este / Oeste			0,41	2,1	0,51	32 dB
H4	Oeste			0,37	2,2	-	31 dB
H5	Oeste			0,38	2,1	0,51	31 dB

Tabla 5.18 – Resumen características materiales carpintería exterior

En cumplimiento con el documento básico de salubridad también se deberá cumplir que la vivienda tenga las superficies mínimas de admisión y extracción de aire para la correcta ventilación de las viviendas se debe renovar el aire y esta operación se regula con las renovaciones por hora de la vivienda. Esta debe estar comprendida para notar un confort del aire, en un 70% de renovación de toda la vivienda cada hora.

DATOS RELEVANTES	
Superficie Viv.	74 m²
Altura Media	2,65 m
Volumen (m³)	196 m³

Tabla 5.19 – Datos relevantes

Local		Ventilación según CTE DB-HS3			Corrección		Ventilación equilibrada	
		Fórmula	Admisión	Extracción	Admisión	Extracción	Admisión	Extracción
		(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
Dormitorio doble	1 Ud	10 * Ud	+10,0				+10,0	-
Dormitorio individual	2 Ud	5 * Ud	+10,0				+10,0	-
Sala	1 Ud	3 * Ocu.	+12,0				+17,0	-
Comedor	0 Ud	3 * Ocu.	+0,0				-	-
Baño	1 Ud	15 * Ud		-15,0		-5	-	-20,0
Cocina*	7 m²	Sup. * 2		-13,0		-5	-	-18,0

Total		+32,0	-28,0		-10,0	+32,0	-38,0
Diferencia		+4,0				-6,0	
Renovaciones hora		0,51				**0,70**	

Tabla 5.20 – Cálculo de caudales de ventilación

Para garantizar un correcto funcionamiento de la ventilación, utilizaremos la presión negativa o depresión para evitar la filtración de olores o la aparición de humedades procedentes de la estructura, ya que causara una presión positiva el aire intentaría salir por todos las oberturas que encontrara, como por ejemplo bajo puertas, por la estructura del edificio y esto crearía problemas. Para evitar este problema se colocaran aireadores para garantizar que el aire de la vivienda es el adecuado en cada momento y se garanticen las renovaciones hora necesarias.

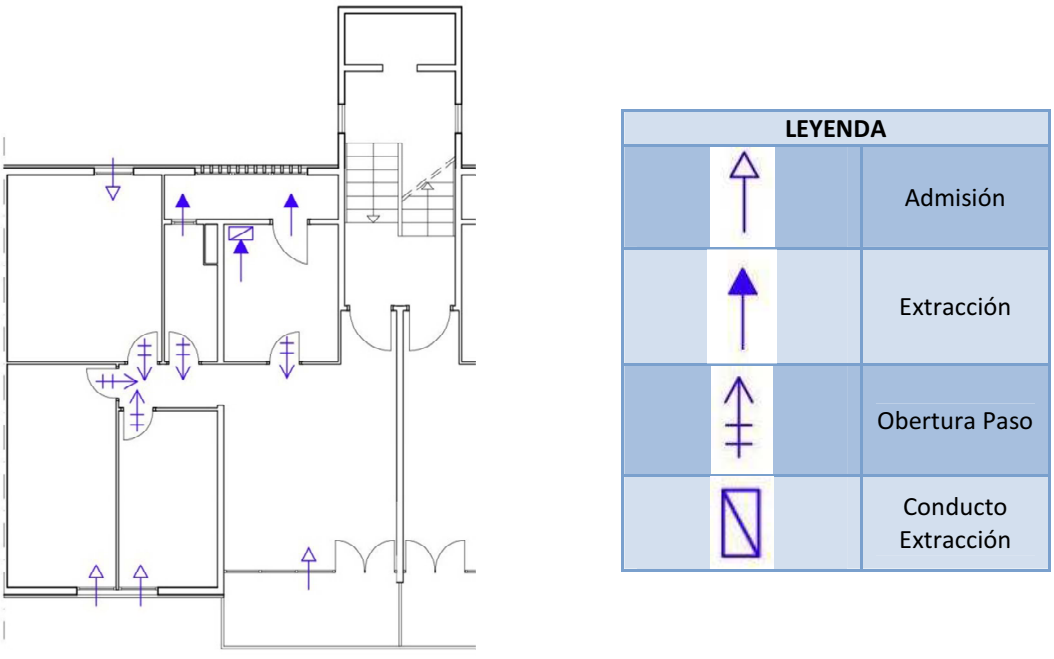


Figura 5.3 – Planos de caudales de ventilación

El presupuesto de ejecución material del ejecutar la partida de fachada según la base de datos del generador de precios, descomponiendo la partida en materiales y ejecución

Resumen	Ud.	Partida	Cant.	p.s.	Precio partida
CARPINTERIA PVC	Ud.	Ventana de PVC, una hoja practicable, dimensiones 600x1200, con premarco, vidrios no incluidos	28,00	208,60	5.840,80
CARPINTERIA PVC	Ud.	Ventana de PVC, una hoja practicable, dimensiones 800x1200, con premarco, vidrios no incluidos	28,00	222,05	6.217,40
CARPINTERIA PVC	Ud.	Ventana de PVC, dos hojas deslizantes, dimensiones 1600x1200, con premarco, vidrios no incluidos	62,00	344,92	21.385,04
CARPINTERIA PVC	Ud.	Ventana de PVC, tres hojas deslizantes, dimensiones 2300x1200, con premarco, vidrios no incluidos	26,00	387,89	10.085,14
CARPINTERIA PVC	Ud.	Ventanal fijo de PVC, dimensiones 900x2100, con premarco, vidrios no incluidos	72,00	174,06	12.532,32
CARPINTERIA PVC	Ud.	Puerta balconera de PVC, una hoja practicable, dimensiones 900x2100, con premarco, vidrios no incluidos	24,00	291,67	7.000,08
ACRSITALMIENTO CON CAMARA	m²	Doble acristalamiento estándar, 4/16/4, con calzos y sellado continuo.	355,78	33,42	11.890,17
			Total:		**74.950,95 €**
		POR VIVIENDA (28 Ud)	**Total:**		**2.676,82 €·viv**

Tabla 5.21 – Presupuesto carpintería exterior

5.4.2 Ayudas Estatales

Para las reformas energéticas el gobierno de la Generalitat de Cataluña mediante el ICAEN (instituto catalán de la energía), propulsa diferentes medidas para promover el ahorro energético con ayudas, financiando parte del coste de las actuaciones, y así intentar concienciar a la gente de que el ahorro energético es una necesidad en la que hay que invertir.

Justo este año 2012 des del 15 de febrero hasta el 30 de abril el ICAEN financiaba hasta 3000€ por vivienda en ayudas para cerramientos que mejoraran un 20% el ahorro energético y hasta 1000€ para la renovación de instalaciones solares.

Por tanto es un factor a tener en cuenta a la hora de hacer una reforma energética la de buscar ayuda por medio de subvenciones.

6. EVALUACIÓN DEL EDIFICIO CON LAS MEJORAS APLICADAS

Definidos ya todos los tipos de cerramientos para la reforma de la envolvente térmica se deben introducir todos los valores nuevamente en Líder para poder evaluar si las mejoras propuestas son validas o se debe realizar algún cambio.

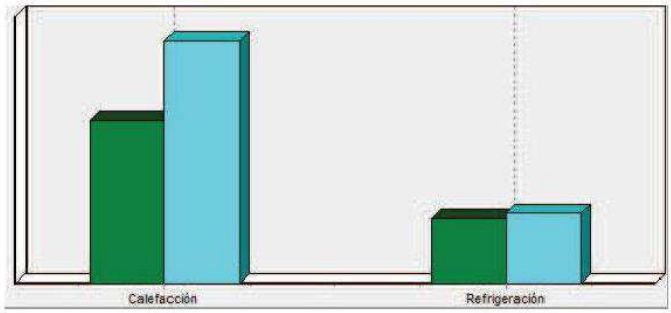
6.1 Resultados

Una vez definidos ya todos los cerramientos modificados se vuelve a generar el informe para verificar si se cumple con la normativa del código técnico de la edificación. Se puede dar el caso de que haya algún cerramiento que no cumpla, pero si es una parte pequeña el programa la dará como valida ya que estará dentro del promedio total del edificio y nos indicara que hay algún espacio que no cumple con la normativa ya sea por una transmitancia deficitaria o por la aparición de humedades.

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	67,2	91,3
Proporción relativa calefacción refrigeración	71,8	28,2



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1,2 W/m²K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

Como podemos observar los valores han cambiado radicalmente ya que hemos pasado de que el edificio objeto superaba al de referencia en un 189% en el estado inicial, si se aplicara la mejora de la envolvente térmica propuesta esta se reduciría un 222% hasta llegar al 67% que nos muestra Líder.

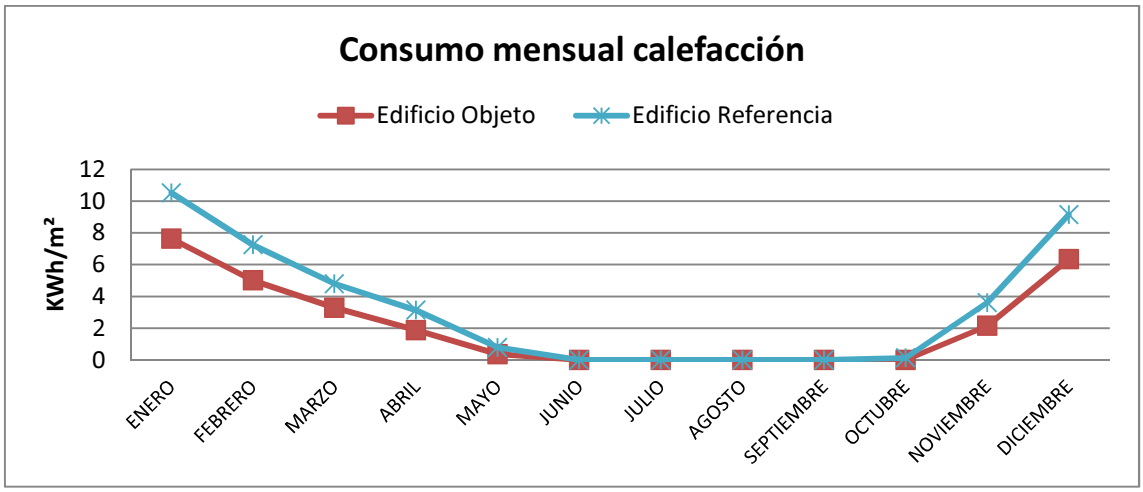
En cuanto a la proporción relativa de calefacción / refrigeración los parciales se han equilibrado un poco pasando de un 91,3 y 8,7 respectivamente a ser de 72% y 28%.

A continuación observamos la mejora del consumo en la tabla de los datos mensuales del edificio objeto y los datos que líder considera óptimos para un edificio de la misma volumetría y oberturas respetando el CTE.

CONSUMO TOTAL DEL EDIFICIO				
MES	***CONSUMO CALEFACCIÓN (KWh/m²)***		***CONSUMO REFRIGERACIÓN (KWh/m²)***	
	Edificio Objeto	Edificio Referencia	Edificio Objeto	Edificio Referencia
Enero	7,638	10,521	0	0
Febrero	5,006	7,246	0	0
Marzo	3,283	4,789	0	0
Abril	1,868	3,1353	0	0
Mayo	0,365	0,780	0	0
Junio	0	0	0,6101	0,464
Julio	0	0	3,221	3,891
Agosto	0	0	4,065	4,547
Septiembre	0	0	2,479	2,487
Octubre	0	0,131	0	0
Noviembre	2,147	3,610	0	0
Diciembre	6,346	9,147	0	0
CON. ANUAL	**26,655**	**39,362**	**10,377**	**11,391**

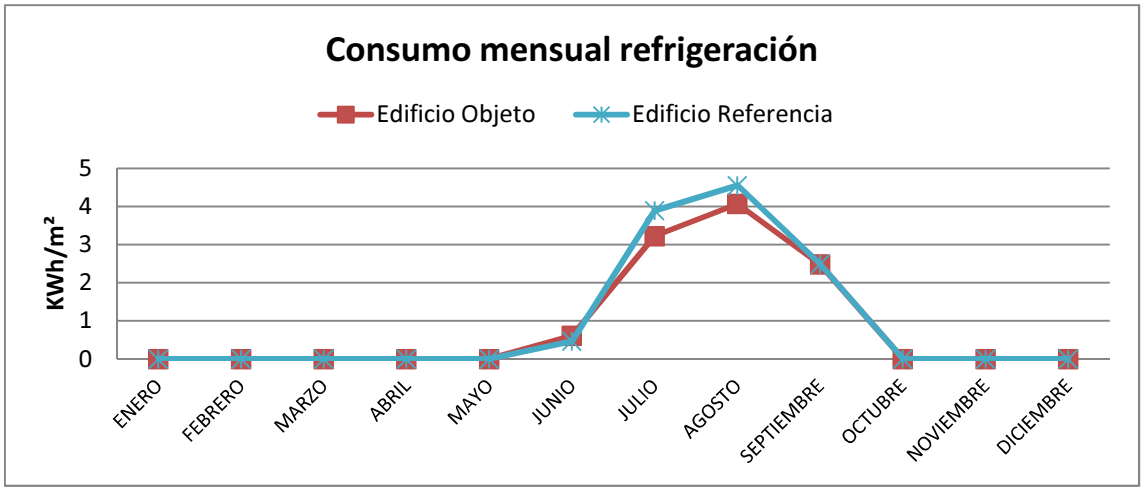
Tabla 6.1 – Resumen consumo total del edificio

Como podemos observar el consumo anual queda registrado por debajo del edificio referencia por tanto cumplimos con las exigencias del CTE.



Gráfica 6.1 – Consumo mensual de calefacción

Como podemos apreciar en la grafica del consumo de calefacción en todo momento se mantiene inferior el consumo del edificio objeto.



Gráfica 6.2 – Consumo mensual de refrigeración

En el apartado de refrigeración también encontramos que el edificio objeto se mantiene por debajo del de referencia, aun estando muy igualados.

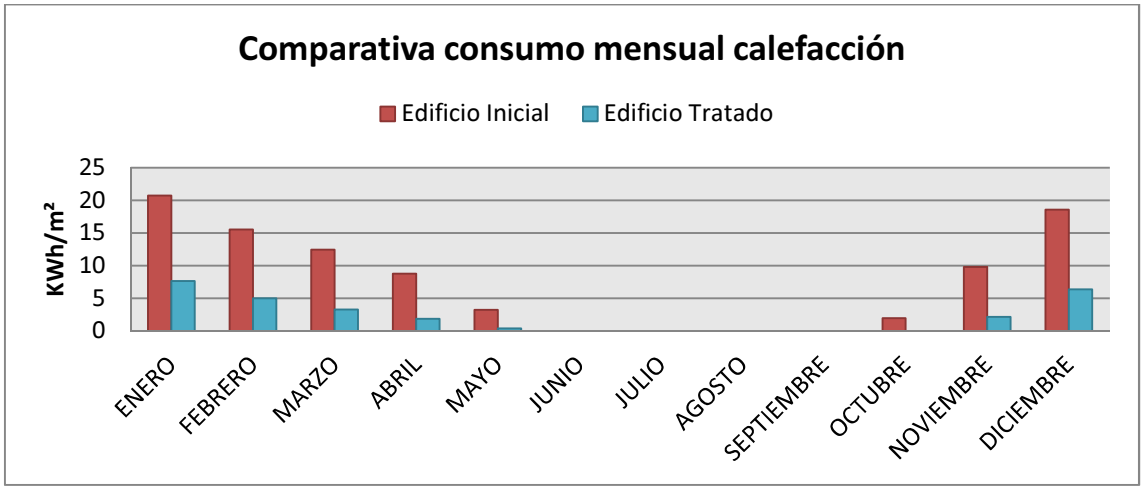
6.2 Comparativa de consumos estado inicial y final

Para poder observar con mayo detenimiento la modificación que produce el actuar directamente sobre la envolvente del edificio contrastamos los datos del edificio inicial con los del edificio si aplicáramos las mejoras en los cerramientos propuestas.

CONSUMO TOTAL DEL EDIFICIO				
MES	***CONSUMO CALEFACCIÓN (KWh/m²)***		***CONSUMO REFRIGERACIÓN (KWh/m²)***	
	Edificio Inicial	Edificio Tratado	Edificio Inicial	Edificio Tratado
Enero	20,718	7,638	0	0
Febrero	15,547	5,006	0	0
Marzo	12,422	3,283	0	0
Abril	8,761	1,868	0	0
Mayo	3,216	0,365	0	0
Junio	0	0	0	0,6101
Julio	0	0	3,194	3,221
Agosto	0	0	3,88	4,065
Septiembre	0	0	1,667	2,479
Octubre	1,975	0	0	0
Noviembre	9,813	2,147	0	0
Diciembre	18,568	6,346	0	0
CON. ANUAL	**91,021**	**26,655**	**8,745**	**10,377**
Ahorro	**-70,72%**		**+18,65**	

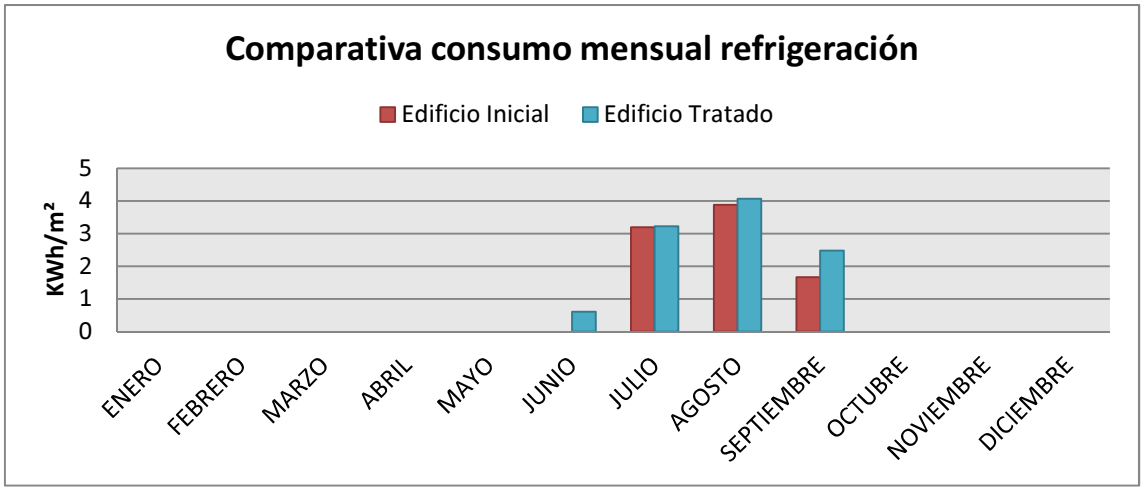
Tabla 6.2 – Comparativa del consumo entre edificio inicial y tratado

Como podemos observar el consumo energético de calefacción se reduce drásticamente **64,366 KWh/m²** menos de consumo anual. En contra partida el consumo anual de refrigeración aumenta levemente en **1,592 KWh/m²**. Esto puede ser debido a que como ha mejorado la resistencia térmica de los cerramientos necesite más refrigeración.



Gráfica 6.3 - Comparativa de calefacción entre edificio inicial y tratado

Como se puede observar en el consumo mensual la reducción es de más del doble y del triple en algunos meses. Esto es gracias al conjunto de medidas adoptadas. Sobre todo la parte que incide sobre las ventanas y la fachada ya que es la que más superficie tienen y las que afectan a todos los espacios.



Gráfica 6.4 - Comparativa de calefacción entre edificio inicial y tratado

La comparativa de consumo de refrigeración mensual confirma gráficamente que se deberá gastar un poco más en refrigeración que el edificio en el estado inicial pero queda contrarrestado con la gran mejora que sufriría el edificio en cuanto a calefacción se refiere.

7. AMORTIZACIÓN ECONOMICA DE LA ACTUACIÓN

Una vez estudiadas las mejoras del edificio, comprobadas en líder y los resultados nos indican que habría una mejora importante a nivel de envolvente térmica que justificaría la intervención se debe elaborar el presupuesto estimativo del coste. Y una vez tengamos el coste, se realizara un estudio de viabilidad de la obra o amortización justificando el ahorro que supondrá dicha intervención a largo plazo. Para facilitar los cálculos se ha realizado el cálculo de la amortización a un núcleo de escaleras, extrapolable a los otros 4 restantes.

Para esto se debe tener en cuenta el ahorro energético que nos supondrá la mejora de la envolvente térmica, el precio del kwh de la tarifa energética y la inflación ya que los precios no se mantienen siempre igual sino que van aumentado, normalmente, durante cada año. A nivel medioambiental también es positivo que el ahorro energético otorgara la intervención afectara positivamente al medio ambiente reduciendo el consumo energético que normalmente proviene de la combustión de productos fósiles como el gas, el carbón o el petróleo. Por tanto esta actuación será efectiva no solo para los propietarios de los edificios sino que tendrá una mejora en el impacto ambiental del mundo.

7.1 Presupuesto estimativo

Se ha realizado un presupuesto de un núcleo de escaleras con la base de datos y generador de precios de CYPE por tanto los precios de la actuación están acorde con el precio de materiales y rendimientos de mano de obra que se manejan en la actualidad. El presupuesto completo se podrá observar en el anejo del proyecto. A continuación se muestra un resumen de las partidas.

RESUMEN POR CAPITULOS	
PARTIDA	**PRECIO**
Andamiajes	5.291,40
Carpinterías Exteriores	74.950,95
Aislamientos e impermeabilizaciones	176.669,76
Cubiertas	5.979,40
Revestimientos	5.858,59
Gestión de residuos	2.458,45
TOTAL	**271.208,55 €**

Tabla 7.1 – Resumen presupuesto

Como podemos observar el presupuesto asciende a **271.208,55 €** que dividido en las 28 viviendas que hay por núcleo de escaleras asciende a **13.601,11 €** por vivienda. Igualmente como ya hemos comentado el Gobierno de la Generalitat, mediante el ICAEN, ofrece hasta 3.000 € por vivienda en renovaciones energéticas para poder ayudar a las familias y fomentar su implantación. Por tanto si contáramos con la ayuda el precio por vivienda seria de **10.601,11 €.**

7.2 Calculo de la amortización

Para el cálculo de la amortización se realizara una media del IPC en los últimos años para ajustarnos al incremento de precios anual de la electricidad y tener unos datos más reales y certeros de cuando se produciría la amortización de los costes. Se realizara una estimación a 20 años que es una barrera sobre la cual muchos productos de la construcción pierden gran parte de sus cualidades.

Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	MEDIA
Valor IPC energías	-1,10	1,30	1,90	6,30	9,80	1,90	10,40	8,35	12,50	15,70	**6,71**

Tabla 7.2 – Evolución del IPC

Una vez hemos obtenido el IPC sobre las energías, hemos de calcular con los datos generados por líder, el ahorro energético por vivienda que supone la actuación.

	Total kwh	Nº Viv.	Total Kwh · Viv
edificio inicial	195540,7916	28	6983,5997
edificio tratado	72583,47852		2592,2671
Ahorro	122957,3131		4391,3326

Tabla 7.3 – Ahorro energético por vivienda

Una vez obtenido el ahorro energético de cada vivienda si se realizara el tratamiento de la envolvente térmica obtenemos el precio actual de una tarifa eléctrica. Por ejemplo la tarifa TUR sin discriminación eléctrica, la cual tiene un precio de **0,142138 €/kwh**.

Ahorro energético por viv. → 4.391,3326 kwh/año x 0,142138 €/kwh = **624,175 €/año viv**.

Una vez obtenido el ahorro por vivienda al año juntamente con la media del IPC se puede hacer una estimación de ahorro a 20 años.

Año	Media IPC	Ahorro €/año viv	Ahorro Anual + IPC	Acumulado €
1	0,0671	624,175	666,057	666,057
2	0,0671	624,175	710,750	1.376,807
3	0,0671	624,175	758,441	2.135,248
4	0,0671	624,175	809,333	2.944,581
5	0,0671	624,175	863,639	3.808,220
6	0,0671	624,175	921,589	4.729,809
7	0,0671	624,175	983,428	5.713,236
8	0,0671	624,175	1049,416	6.762,652
9	0,0671	624,175	1119,831	7.882,483
10	0,0671	624,175	1194,972	9.077,455
11	0,0671	624,175	1275,155	10.352,610
12	0,0671	624,175	1360,718	**11.713,327**

13	0,0671	624,175	1452,022	13.165,349
14	0,0671	624,175	1549,452	**14.714,801**
15	0,0671	624,175	1653,421	16.368,222
16	0,0671	624,175	1764,365	18.132,587
17	0,0671	624,175	1882,754	20.015,341
18	0,0671	624,175	2009,087	22.024,428
19	0,0671	624,175	2143,896	24.168,324
20	0,0671	624,175	2287,752	26.456,076

Tabla 7.4 – Amortización a 20 años

Como podemos observar si solicitáramos la ayuda para la rehabilitación energética se amortizaría en 12 años y si no la solicitáramos en 14 años, solo dos años de diferencia. Igualmente podemos observar que el ahorro en el caso más desfavorable a 20 años es de **12.854,97 €.** Por tanto queda claro que es una opción a tener muy en cuenta. La estimación se ha realizado a 20 años, esto no quiere decir que en este periodo de tiempo el edificio vaya a necesitar otra rehabilitación energética pero es muy probable que se deban hacer tareas de mantenimiento como pintar la fachada para protegerla durante un periodo más prolongado de tiempo. Por tanto los 20 años se estiman como un indicador adecuado de durabilidad.

8. CONCLUSIÓN

El concepto de rehabilitación energética, se puede considerar una vía a explotar para el sector de la construcción en los próximos años. Es una realidad que cada vez se están construyendo menos viviendas y que el sector va a sufrir y esta sufriendo un brusco parón. La rehabilitación de edificios de más de 30 años de antigüedad, con deficiencias en la envolvente como podemos comprobar con los datos obtenidos en este proyecto, puede suponer una estimulación para el sector.

El déficit térmico en los edificios no es un síntoma secundario sino que es una fisura económica en los bolsillos de los propietarios los cuales deben pagar más dinero del necesario para poder calefactar o refrigerar una vivienda adecuadamente y así están malgastando sus recursos, que podrían destinar a otras actividades. No es necesario realizar una reforma tan severa, como la que hemos llevado a la práctica en este proyecto, sino que se puede dividir en fases y ejecutarla en diferentes periodos de tiempo para poder adaptar a todas las economías, ya que estos edificios en concreto pertenecen a una clase obrera de un nivel justo de renta. Como hemos podido observar la inversión se recupera en un periodo de tiempo relativamente corto teniendo en cuenta la inversión inicial. No todo vale sino que hay que realizar un estudio exhaustivo del edificio o edificios que se vayan a rehabilitar o adaptar para escoger siempre la mejor opción, ya que un sistema por ser mucho más caro que otro va a ser realmente mucho más efectivo como pudimos apreciar en el caso de las fachadas de nuestro proyecto. Por tanto es de vital importancia el estudio de varias soluciones adaptadas a cada edificio para poder valorar que se adecua mejor a cada caso.

El uso de los programas informáticos nos ayuda a mejorar, la elección de materiales, a mejorar las predicciones de consumos de los edificios y a calcular con mayor agilidad y con un mayor numero de hipótesis. Las diferentes acciones a la que están sometidos los edificios por tanto son unas herramientas de gran utilidad. Igualmente todavía están en una fase que tienen mucho margen de mejora ya que no son todo lo eficientes y sencillos de utilizar que deberían, complicando las tareas de calculo o diseño de los edificios y limitando todavía la utilización del algunos elementos constructivos de ultima generación.

Los entes públicos como gobiernos estatales o autonómicos son conscientes que una mejora en la eficiencia del suministro energético seria beneficioso y no dudan en fomentar las reformas a nivel de envolvente térmica para concienciar a la gente de que aunque inicialmente se deba realizar un desembolso para la adecuación posteriormente queda amortizado en un periodo corto de tiempo generando un gran ahorro.

El medio ambiente es otro factor a tener en cuenta debido a que la energía que desperdiciamos esta generada por la combustión de materiales fósiles como los gases, el petróleo o el carbón que generan CO_2, que va a la atmosfera. Por tanto una mejor eficiencia energética en el máximo de edificios posibles repercute positivamente en la mejora de la gestión de los recursos y por consiguiente el medio ambiente reduce sus niveles de CO_2.

Bibliografía

[1] Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i habitatge. Secretaria d'habitatge. Guia de la renovació energètica d'edificis d'habitatges: Envolupant tèrmica i instal·lacions. 2010.

[2] Revista CSIC, Informes de la Construcción, Vol. 61, 514, 71-79

[3] Revista CSIC, Informes de la Construcción, Vol. 62, 520, 15-16

[4] Documento básico HS Ahorro de Energía, REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación

[5] Documento básico HE Ahorro de Energía, REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Paginas WEB consultadas:

· http://www.l-h.cat - (Urbanismo de Hospitalet)

· http://bellvitgejose.blogspot.com.es/ - (Blog sobre la historia de Bellvitge)

· http://lhospitaletdellobregat.wordpress.com/ - (Blog sobre la historia de Bellvitge)

· http://www.gencat.cat/icaen **-** (Instituto Catalán de la energía (ICAEN)).

· http://www.weber.es - (Fachadas morteros técnicos)

· http://www.trespa.com - (Fachadas ventiladas)

· http://www.texsa.es - (Cubiertas e impermeabilizaciones).

· http://www.ursa.es (Aislantes)

· http://www.kommerling.es/ (Carpinterías de PVC)

· https://www.iberdrola.es/ - (Tarifas de consumo energético)